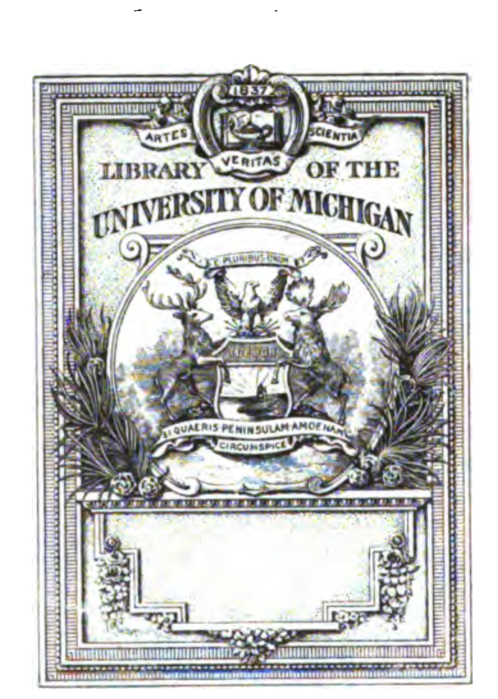
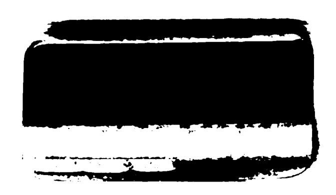
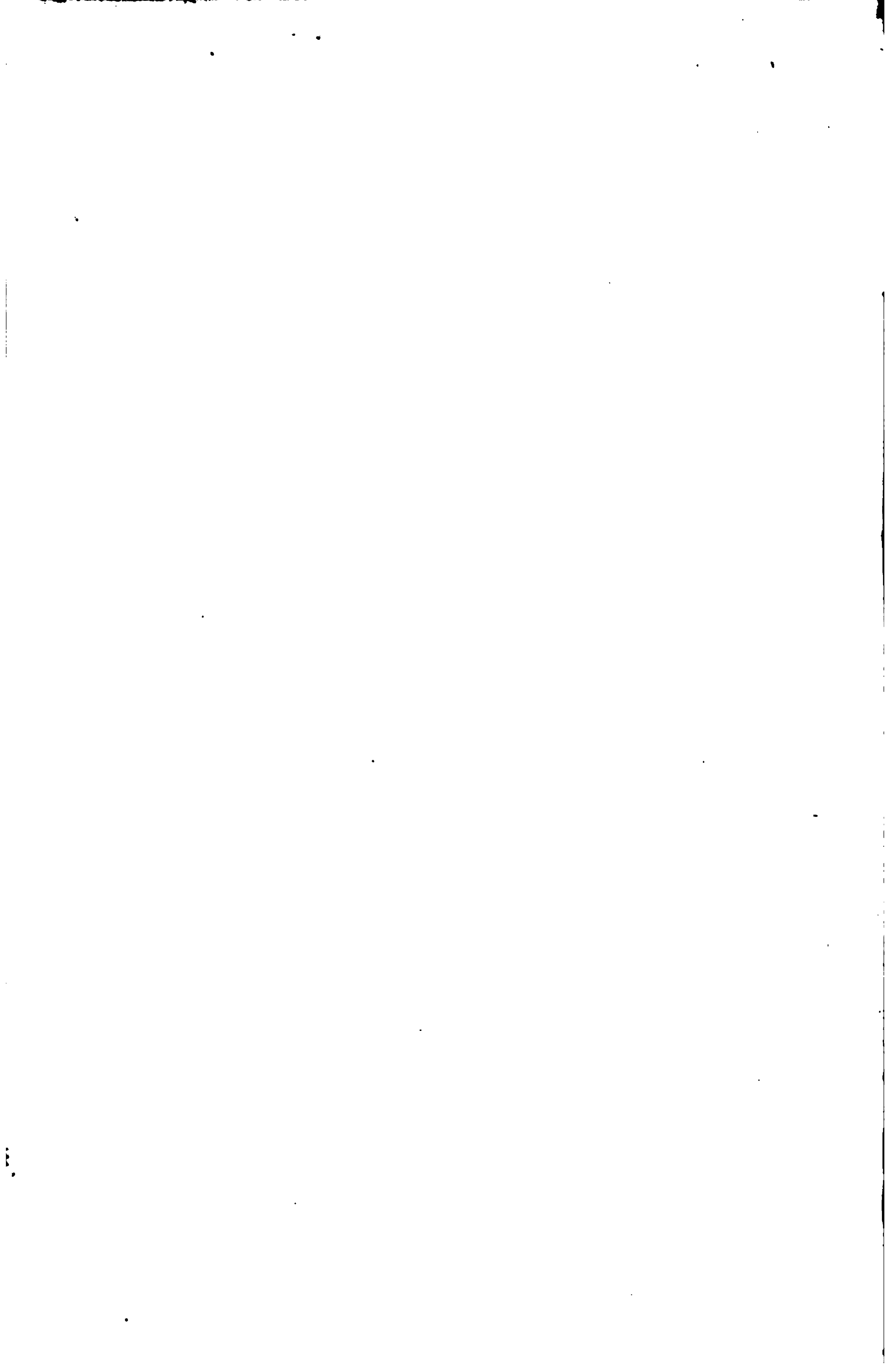

BUHR B
a39015 00005433 16





# Handbuch
der
# Pflanzenkrankheiten

Für Landwirthe, Gärtner, Forstleute und Botaniker

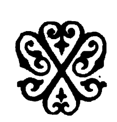
bearbeitet von

**Dr. Paul Sorauer,**

Dirigent der pflanzenphysiologischen Versuchsstation am Kgl. Pomologischen Institut zu Proskau.

---

Zweite, neubearbeitete Auflage.



**Zweiter Theil.**

**Die parasitären Krankheiten.**

---

Mit 18 lithographirten Tafeln und 21 Textabbildungen.

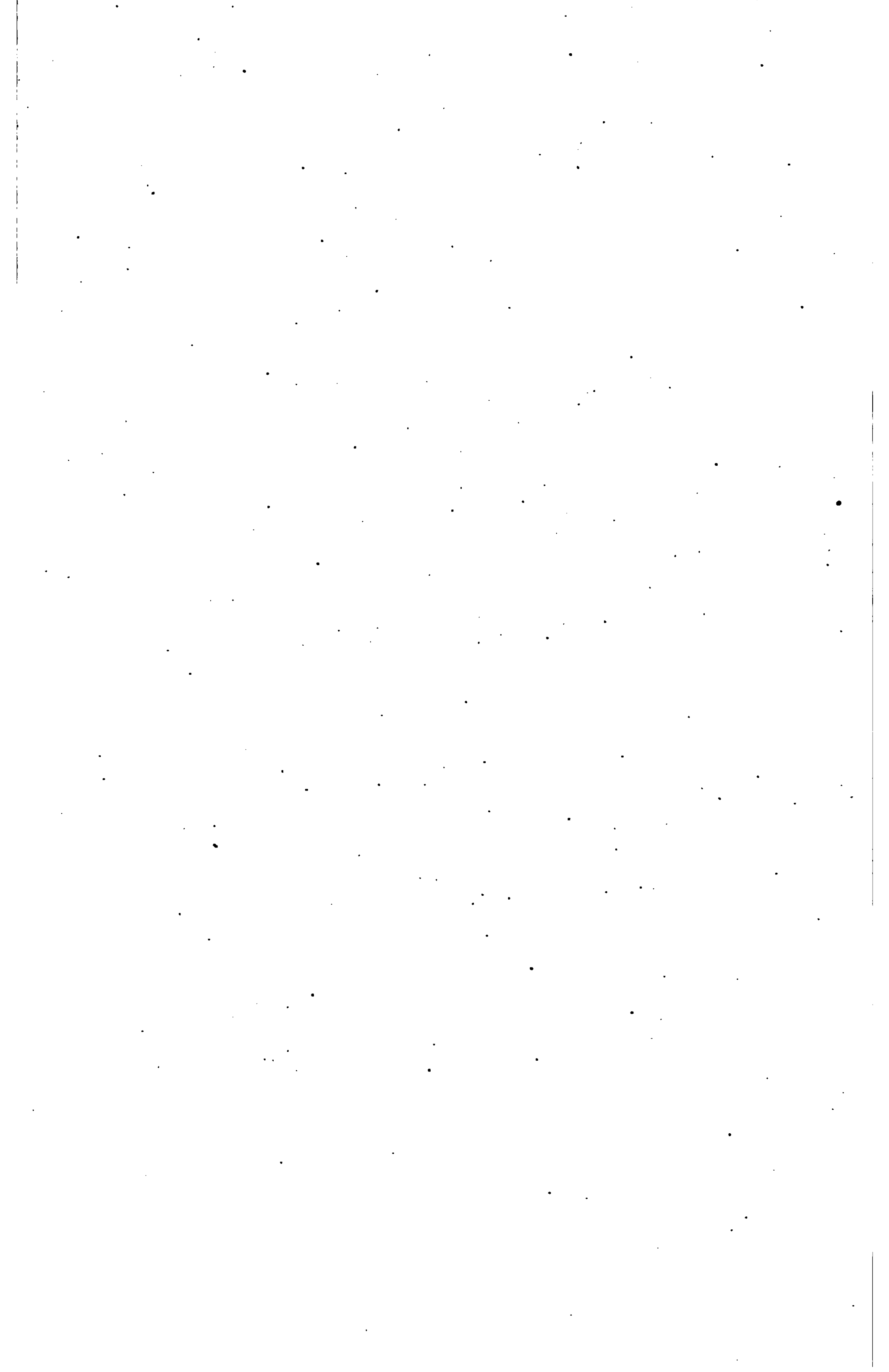
---

**Berlin.**

Verlag von Paul Parey.

Verlagshandlung für Landwirthschaft, Gartenbau und Forstwesen

1886.



# Vorwort.

Der in dem Vorwort zum ersten Theil bereits skizzirte Standpunkt des Verfassers betreffs der Parasitenfrage erklärt die Art der Bearbeitung dieses zweiten Theils. Aus allen Krankheitsgruppen sind die für die Kulturpflanzen wichtigsten Einzelfälle ausführlich behandelt worden; außerdem haben auch diejenigen kulturell vorläufig unwichtigen Erkrankungen eine eingehendere Besprechung erfahren, die geeignet schienen, als Repräsentanten von Parasitengruppen zu dienen, bei denen bisher ein Vorkommen auf Kulturpflanzen nicht bekannt geworden ist. Die in ihrer Entwicklung und in ihrem Eingreifen den vorgeführten Beispielen ähnlich sich verhaltenden Pilze sind dann in kleinerem Druck kürzer behandelt oder einfach nur namhaft gemacht worden, um die Ausdehnung des Buches möglichst zu beschränken.

Wenn Arbeiten fehlen sollten, deren Aufnahme erforderlich gewesen, so wolle der Leser Nachsicht walten lassen und bedenken, wie außerordentlich schwierig es ist, die Literatur einer Disciplin zu beherrschen, die noch kein spezielles Sammelorgan besitzt. Ist es schon für Jemand, der in einer Universitätsstadt mit reichlichen bibliothekarischen Hülfsquellen lebt, kaum möglich, das namentlich in ausländischen Zeitschriften zerstreute Material zu erlangen, so ist es für einen isolirt lebenden, in den wissenschaftlichen Hülfsmitteln sehr beschränkten Arbeiter, wie es der Verfasser ist, geradezu unmöglich, die erwünschte Vollständigkeit zu erreichen. Wer selbst an einem Sammelwerke gearbeitet hat, wird sicherlich solchen Verhältnissen Rechnung tragen.

Es kommt hinzu, daß bei einer so schnell fortschreitenden Disciplin, wie die Pflanzenkrankheitslehre es ist, schon während des Druckes wieder zahlreiche neue Untersuchungen hinzutreten, die nicht mehr berücksichtigt

werden können. Da auch bei eifrigem Verfolgen der neuen Erscheinungen etwas Abgeschlossenes doch nicht erreicht werden kann und der Umfang des Werkes schon über das gewünschte Maaß hinausgegangen ist, so ist von einer Beigabe von Nachträgen abgesehen worden, was besonders diejenigen entschuldigen wollen, die nach Erscheinen des ersten Bandes den Verfasser durch Uebersendung von Separatabzügen erfreut haben.

Daß die Gallen in diesem zweiten Theile fehlen und als eines der drei Schlußcapitel im ersten Theil behandelt worden sind, wird von manchem Forscher vielleicht nicht gut geheißen werden. Maßgebend für diese Eintheilung war die bei den Gallen nothwendige Behandlung auch solcher mit den Gallenerzeugern nächstverwandten Thiere, welche die Pflanzen nur gelegentlich durch Fraßbeschädigung verderben. Damit ist aber das natürliche Bindeglied zu denjenigen von Thieren veranlaßten Verletzungen gegeben, welche, wie das Schälen und Verbeißen des Wildes unbedingt bei den Wunden im ersten Theil des Buches abgehandelt werden müssen.

Ein ähnliches Anhangscapitel, das dem Verfasser den Vorwurf der Unzweckmäßigkeit in der Anordnung des Stoffes eingetragen, wird durch die „Verflüssigungskrankheiten" gebildet. Von diesen Krankheiten finden sich einige, ebenso wie einzelne Thierbeschädigungen, im zweiten Theile erwähnt; aber in ihrer Gesammtheit und Verwandtschaft sind sie doch trotz ihrer theilweis behaupteten parasitären Natur im ersten Theil des Buches zur Darstellung gelangt. Bei der Charakteristik und Eintheilung der Krankheiten sind Ursache und *Erscheinungsweise* maßgebend. Wo soll man nun solche Krankheiten, wie den Gummifluß, der durch die allerverschiedensten Ursachen (Parasiten, Frost, künstliche Verwundung, Wasserüberschuß) hervorgerufen werden kann, im System eigentlich hinbringen? Hier tritt die Ursache als Eintheilungsgrund zurück vor der charakteristischen, ganzen Gruppen gemeinsamen Erscheinungsweise. Deßhalb finden wir im vorliegenden zweiten Theile des Werkes zwar die Pilze, denen die Gummosis theilweis zugeschrieben wird, erwähnt, den Krankheitsverlauf und die Behandlungsweise dagegen mit den verwandten Krankheitserscheinungen in einem gesonderten Capitel am Schlusse des ersten Theils genau beschrieben.

Derartige Abweichungen von verbreiteten Anschauungen finden sich noch mehrfach; ich glaube indeß, diese Aenderungen auch motiviren zu können. Sollten manche Ansichten sich später als irrig erweisen, so haben sie wenigstens zur Discussion geführt und damit zur Klärung beigetragen, und — wer irrt nicht?

Trotz aller Bedenken übergiebt der Verfasser das Buch mit einer gewissen Zuversicht der Oeffentlichkeit, weil er den hauptsächlichsten Nutzen desselben von der der Bearbeitung zu Grunde gelegten Idee erhofft. Und diese leitende Idee, welche sagt, daß bei den parasitären Krankheiten die jedesmalige Beschaffenheit des Nährorganismus, die augenblickliche Disposition einen Ausschlag für die Erkrankungsfähigkeit giebt und das Krankheitsbild erst vervollständigt, also ebenso eingehend wie die Entwicklungsgeschichte des Parasiten beachtet werden muß, hat bereits seit Erscheinen der ersten Auflage bedeutende Anhänger gewonnen.

Es mehren sich in erfreulicher Weise die experimentellen Arbeiten, welche darthun, daß der parasitäre Krankheitsprozeß ein Kampf der Parasitenzelle mit der Nährpflanzenzelle ist und zwar ein Kampf, der immer mit wechselnden Kräften geführt wird. Bald ist die Infectionstüchtigkeit des Parasiten gesteigert und derselbe überwindet den Nährorganismus; bald zeigt die befallene Nährzelle eine in ihren Ursachen meist noch unerklärte Widerstandskraft.

Auf die bisher herrschend gewesene Richtung bei dem Krankheitsstudium, die mit der einseitigen Darlegung der Entwicklungsgeschichte des Parasiten glaubte das Wesen der Krankheit erforscht zu haben, muß jetzt eine Zeit kommen, in welcher man die Eigenschaften zu präzisiren sucht, welche einerseits die Angriffskraft der Parasitenzelle, andrerseits die Abwehrkraft des befallenen Nährorganismus in ihrer wechselnden Stärke bedingen.

Nachdem das Vorhandensein der Prädisposition festgestellt, muß zu der Präzisirung der disponirenden Eigenschaften im Nährorganismus geschritten werden. Sodann muß das Gebiet betreten werden, das bisher zielbewußt noch fast gar nicht bearbeitet worden ist, nämlich der Nachweis der Abhängigkeit der disponirenden und der widerstandbietenden Eigenschaften von den herrschenden Lebensbedingungen. Sobald wir in einem Falle erkannt haben werden, welche Ernährungs- oder anderweitigen Vegetationsfaktoren die disponirenden Eigenschaften des Nährorganismus beeinflussen, werden wir lernen, durch Kultureingriffe der Erkrankungsfähigkeit entgegen zu arbeiten. Bei den Parasiten ist der Weg, durch Aenderung des ernährenden Mediums die Infectionskraft zu schwächen, bereits betreten. Die Betrachtung des Nährorganismus in dieser Beziehung ist bisher fast gänzlich vernachlässigt worden.

Diese Punkte nun grade sind, soweit Material herbeigezogen werden konnte, bei der Bearbeitung besonders betont worden und charakterisiren

das Buch, das bei der ersten Auflage zum ersten Male diesen Ideen Eingang in der Phytopathologie zu verschaffen gesucht hat. Wenn die zweite Auflage diesen Anschauungen von der Nothwendigkeit des Studiums der disponirenden Eigenschaften bei dem Nährorganismus weitere Ausbreitung schafft, wird sie trotz ihrer Mängel nicht nutzlos sein.

Proskau, im Oktober 1886.

Der Verfasser.

# Inhalt.

## Register.

# Cap. I. Der Parasitismus.

Schon mit der Betrachtung des Einflusses, den die Unkräuter auf unsere Kulturpflanzen ausüben, haben wir ein neues Gebiet der Pathologie betreten. Während bisher von den Störungen die Rede gewesen, die dem pflanzlichen Organismus von Seiten der anorganischen Faktoren und durch die Thierwelt drohen, wenden wir uns bei der Besprechung der Unkräuter zu den Beeinflussungen unserer Kulturpflanzen durch andere lebendige Pflanzen.

Das Verhältniß zwischen Unkraut und Kulturpflanzen ist nur ein spezieller, naheliegender Fall von den vielseitigen Wechselbeziehungen, in denen die Pflanzen zu einander stehen. Wenn wir bedenken, daß durch die Erkenntniß einer dem menschlichen Haushalt nützlichen Eigenschaft ein jedes Unkraut zur Kulturpflanze sich umwandeln kann, dann werden wir uns bewußt, daß wir bei Erörterung des Einflusses der Unkräuter eigentlich die Verhältnisse im Allgemeinen gestreift haben, die sich in dem Zusammenleben verschieden gearteter Gewächse überall ergeben müssen. Wir haben nur eine Reihe spezieller Beispiele aus dem vielseitigen Kampfe der Organismen ums Dasein herausgegriffen und gezeigt, in welcher Weise die Wachsthumseigenthümlichkeiten einzelner Arten verderblich für andere Arten werden können. Daß unter den Erscheinungen des Zusammenlebens der Organismen auch gegenseitige Begünstigungen auftreten werden, ist von vornherein anzunehmen und thatsächlich oft zu bemerken, und daß diese bald günstigen, bald schädlichen Einflüsse nicht nur bei Individuen verschiedener Art, sondern auch bei Exemplaren derselben Spezies und Varietät sich nachweisen lassen, zeigt die Betrachtung unserer Getreidefelder und anderer Massenkulturen.

Entweder ist es bei gleicher ursprünglicher Beschaffenheit die bessere Situirung der einzelnen Individuen, vermöge welcher sie zu erhöhter Entwicklung durch reichere Verwerthung der gesammten Vegetationsfaktoren gelangen, oder es ist bei gleicher Lage gegenüber allen Vegetationseinflüssen die vom Individuum erblich mitgebrachte, stärkere Entwicklungsenergie, welche dasselbe

zu schnellerer und größerer Verwerthung von Licht, Luft- und Bodennahrung befähigt und eine höhere Produktion auf Kosten schwächlicher angelegter Exemplare einleitet.

Die Folge dieser gegebenen Ungleichheiten ist die Entstehung von Kümmerlingen. Diesem Nachtheil des Zusammenlebens gleichnamiger Individuen steht aber auch der Vortheil zur Seite, daß die dichtgepflanzten Individuen einander gegenseitig Schutz gewähren.

Aehnliche Licht- und Schattenseiten ergeben sich auch bei dem Zusammenleben ungleichnamiger Organismen. Die Wechselbeziehungen werden nur noch mannigfaltiger ausfallen, da die Verschiedenheit der Ansprüche verschiedener Arten an die Vegetationsfaktoren Verhältnisse herbeizuführen im Stande ist, bei welchen dieselbe Quantität eines solchen Faktors begünstigend auf die Entwicklung einer Art und gleichzeitig herabstimmend auf eine andere Art wirken wird. Die Stellung dieser beiden Arten im Kampfe ums Dasein ist damit eine andere geworden. Die begünstigte Art hat jetzt eine größere Aussicht auf dauernde Erhaltung erlangt, während die geschwächte Entwicklung der anderen Art dieselbe minder widerstandsfähig gegenüber den dominirenden Individuen sowohl, als auch gegen andere äußere Einwirkungen macht.

Derartige Verhältnisse werden um so schärfer hervortreten, je inniger die Art und Weise des Zusammenlebens oder der Symbiose bei verschiedenartigen Individuen sich gestaltet. Nun beschränken sich aber die Erscheinungen der Symbiose keineswegs nur auf dichtes Beieinanderstehen der Pflanzen in der Erde, sondern wir sehen vielmehr, daß eine große Anzahl von Gewächsen auf anderen Pflanzen wohnt. Die in unsere Gewächshäuser übergegangenen Orchideen und Aroideen der Tropen liefern bekannte Beispiele einer Ansiedlung von bestimmten, langlebigen Gewächsen auf der Rinde von Bäumen. Wenn die oft weitausgreifenden Luftwurzeln solcher Ansiedler, die wir „Epiphyten" nennen, der in ihren äußeren Lagen längst abgestorbenen und verwitternden Baumrinde sich fest anlegen, so werden sie sicherlich derselben manche Stoffe entziehen und zum eigenen Aufbau verwenden; aber der die Epiphyten beherbergende Stamm hat schwerlich von dem Ansiedler eine Hemmung oder eine Begünstigung seines Wachsthums. Nicht ganz so gestaltet sich das Verhältniß bei den baumbewohnenden Moosen, die zwar auch nur von den Zersetzungsprodukten der Borkenschuppen leben, aber unter Umständen doch einen schädlichen Einfluß auf den Nährstamm auszuüben im Stande sind. Dadurch nämlich, daß sie bei polsterförmiger Entwicklung viel Regenwasser zurückzuhalten vermögen, vermehren sie in feuchten Gegenden die Vermoderungserscheinungen der Borke, was nicht ohne Einfluß auf die lebendigen Rindenschichten bleibt und dieselben zu lokalen Korkwucherungen anregen kann.

Nicht blos auf der frei zu Tage tretenden Oberfläche der Stämme, sondern auch in bestimmten Körperhöhlungen einzelner Gewächse können sich andere

Pflanzen ansiedeln. Das interessanteste Beispiel dieser Art gemeinsamen Zusammenlebens dürfte eine kleine, aus Nordamerika stammende, jetzt wohl in allen botanischen Gärten kultivirte Wasserpflanze (Azolla caroliniana) sein, welche in ihrem Habitus mit der in unseren Gewässern heimischen Salvinia natans Aehnlichkeit hat. Jedes der vielen zarten Blättchen dieser Pflanze besitzt zwei Lappen, die derart übereinander liegen, daß der eine Lappen die Wasserfläche berührt, während der andere dicht über dem ersteren sich ausbreitet. An der unteren Fläche jedes oberen Blattlappens ist eine mit enger Eintrittsöffnung versehene, mit Haaren ausgekleidete Höhlung, welche bei jedem einzelnen Blatte nun die rosenkranzförmigen, aus länglichen, von Gallert umgebenen Gliedern bestehenden Ketten einer blaugrünen Alge (Anabaena) aus der Familie der Nostocaceen beherbergt. Die Anabaena hat von der Wirthspflanze höchstens den Schutz, die Azolla selbst keinen erkennbaren Vortheil. Dennoch ist das Verhältniß ein so inniges, daß der Einlieger abstirbt, wenn das Herbergsblatt zu Grunde geht. Weder andere Algen sind in den Blatthöhlungen anzutreffen, noch ist die Anabaena an anderen Stellen der Wirthspflanze mit Ausnahme eines kleinen, concaven Raumes unmittelbar unter der hakenförmig gekrümmten Stengelspitze aufzufinden. Derselbe Einlieger ist bei allen anderen Arten von Azolla, die räumlich sehr weit von einander getrennt sind, in derselben Lage wiederum anzutreffen; er findet sich bei den beiden amerikanischen und australischen Arten sowohl, als auch bei einer dritten, in Australien, Asien und Afrika beobachteten und einer vierten, in den Nilländern heimischen Art.

Die der Anabaena nächst verwandte Form, Nostoc, ist in manchen Landpflanzen anzutreffen; so siedelt sie sich z. B. sehr häufig in den eigenthümlichen, kurzen Gabelzweigen der Cycadeenwurzeln an. Um Platz für die blaugrünen Kugelketten zu schaffen, beginnt die Nährwurzel diejenige Schicht von Rindenzellen, zwischen denen der Nostoc sich einlagert, durch schlauchartige Verlängerung zu lockern und große Intercellularräume dadurch herzustellen. Dieser Einwanderer ist ein häufiger, aber kein steter Gast der Cycadeenwurzeln; er kommt außerhalb derselben in gleicher Ueppigkeit vor und es ist deßhalb kaum anzunehmen, daß er lebendige Substanz der Nährwurzel zu seiner Nahrung verbraucht, ebenso wenig wie bei der in der Azolla lebenden Anabaena, von welcher verschiedene andere Arten auch frei wie der Nostoc im Wasser vegetiren. Indessen ist bei der Cycaswurzel doch insofern ein Unterschied von der Azolla, als die Wurzel sich durch die Lockerung ihres Rindengewebes bereits einrichtet auf den Einlieger, also immerhin eine Veränderung durch den einwandernden Gast erfährt.

In den bisher berührten Beispielen sehen wir eine Eigenschaft, die wir bei allen gemeinschaftlich wachsenden Pflanzen wahrnehmen, nämlich die gegenseitige Schutzgewährung, einseitig weiter ausgebildet. Wir können den Fall so

auffassen, daß einzelne Gewächse in dem Kampfe ums Dasein in dem Medium, in welchem sie früher mit ihren Verwandten gelebt, zu Grunde gegangen wären, wenn nicht einzelne Individuen sich auf andere Pflanzen gerettet und in deren Schutze sich vermehrt hätten. Nur solche geschützte Formen, die sich dem neuen Standort mit ihren Lebenseinrichtungen angepaßt haben, sind im Laufe der Zeit erhalten geblieben. Dieses ausgesprochene Schutzbedürfniß ist nun eine erbliche Anpassungserscheinung geworden.

Wenn wir uns jetzt einem anderen, noch nothwendigeren Lebensakte, nämlich dem der Nahrungsaufnahme zuwenden, so begegnen wir einer ganz ähnlichen Stufenleiter von Anpassungserscheinungen, die zu erblichen Eigenschaften gewisser Gewächse geworden sind.

Bei tropischen und subtropischen Pflanzen, die wir im Freien zu kultiviren gewohnt sind, gebraucht man z. B. die Vorsicht, die Individuen in kleine Töpfe zu pflanzen, bis womöglich schon die Blüthenanlage bemerkbar wird und dann die Exemplare dem freien Lande zu übergeben; andererseits erlangt man auch dasselbe Resultat dadurch, daß man die Pflanzen auf mageren Boden gleich in's freie Land aussäet. Es geschieht beides nur in denjenigen Fällen, in welchen man bei solchen einjährigen Pflanzen wärmerer Klimate, wie z. B. bei Ricinus, Cannabis indica, Amaranthus bicolor und tricolor, Panicum esculentum, Sorghum u. A., keimfähigen Samen erlangen will. Die Pflanzen werden zwar viel kräftiger und schöner, wenn sie sogleich in fettes Erdreich in's freie Land versetzt werden, aber die Wärmesummen, die unsere Sommer bieten, reichen nicht aus, die bei so kräftigen Exemplaren später auftretenden Blüthen bis zur Samenreife zu bringen. Durch die obenerwähnte Beschränkung der Nahrungszufuhr erzielen wir eine vortheilhafte Kurzlebigkeit und diese ist bei vielen Gewächsen bereits erblich geworden (z. B. Coreopsis aristosa, s. I. Bd., S. 161).

Nach meinen Erfahrungen schließt sich ein anderer Fall an, bei welchem in Folge beschränkter Nahrungszufuhr größere Lichtbedürftigkeit erzeugt wird. Wir haben die Weißblätterigkeit (Albinismus) der Pflanzen als eine Erscheinung erklärt, bei welcher durch zu frühen Reifezustand des Blattes eine Anzahl Gewebezellen verhindert worden sind, sich mit dem zur Chlorophyllbildung nöthigen, plastischen Material zu versehen. In den rein weißen Theilen sind die Chlorophyllkörper überhaupt nicht formirt und in den gelblich dem Auge erscheinenden Blattpartien sind sie entweder sparsam oder durch trübe, wolkige Plasmamassen vertreten. Diese rein weißblätterigen Formen haben ein ausgesprochenes größeres Lichtbedürfniß. Das sind Anpassungserscheinungen, die in historischer Zeit sich ausgebildet haben.

Wenn nun andere chlorophyllarme Pflanzen nicht die Gelegenheit gefunden haben, von einer erhöhten Lichtzufuhr Vortheil ziehen zu können, so werden naturgemäß von solchen Pflanzen alle andern möglichen Wege zur Erlangung von Nahrung eingeschlagen werden, welche eine in den weitesten Grenzen in An-

spruch genommene Anpassungsfähigkeit des Organismus nur immer zuläßt. Es kann daher kaum als etwas Auffälliges angesehen werden, wenn chlorophyllarme und daher dem Untergange nahe gerückte Arten versuchen, solche Nahrung aufzunehmen, die ihr chlorophyllschwacher Körper verarbeiten kann. Zu derartiger Nahrung gehört Substanz, welche schon einmal Pflanzenkörper dargestellt hat, also z. B. Humussubstanz.

Damit kommen wir zu denjenigen Gewächsen, welche, um sich im Kampfe um's Dasein zu erhalten, gelernt haben, organische Stoffgruppen zu verarbeiten. Wenn wir sehen, daß auch gut situirte, chlorophyllreiche Pflanzen ihren Stickstoffgehalt aus gewissen organischen Verbindungen erlangen können, so ist dies ein Beweis, daß in der Natur der Weg der Ausnutzung organisirter Stoffgruppen gar kein ungewöhnlicher ist. Nur ist hierbei diese Ausnutzung rein fakultativ und nicht obligatorisch. Daß sich für solche veränderte Verhältnisse der Nahrungsaufnahme, falls eine solche zur dauernden Nothwendigkeit geworden, auch Apparate dazu allmählich bei den betreffenden Gewächsen ausbilden werden, welche die Wurzel zu vertreten haben, ist von vornherein unbedingt zu erwarten. Haben wir doch für andere Fälle Belege dafür, daß der Organismus solche Organe atrophiren läßt, die er nicht brauchen kann und andere für besondere Thätigkeit besonders reich entwickelt. Die Ausbildung der verschiedenen Reservestoffbehälter bei unsern Kulturpflanzen ist ein Beispiel; es schließt sich daran das Verkümmern der Samen bei überreicher Ausbildung vegetativer Organe. Bei den auf organisirte Stoffgruppen angewiesenen Pflanzen wird sich neben oder statt einer normalen Wurzel ein besonderes Werkzeug zum Heben der Nährstoffe herausbilden, falls es sich nicht mehr um zerfallende organische Substanz, sondern um solche Baustoffe handelt, die noch im Verbande eines andern, lebendigen Organismus als plastisches Baumaterial festgehalten werden. Ein derartig für die Nahrungsaufnahme aus lebenden Pflanzen besonders construirter Apparat heißt Saugwarze oder Haustorium. Die Pflanzen, welche für gewöhnlich auf eine Ernährung aus zerfallender, organischer Substanz angewiesen sind, führen den Namen „Saprophyten“, während die Gewächse, die dem lebendigen Organismus ihr Baumaterial entnehmen müssen, als „Parasiten“ bekannt sind.

Bei dieser Anschauungsweise erscheint uns der Parasitismus nun nicht mehr als eine aus dem Rahmen der übrigen Lebenserscheinungen heraustretende, ganz besondere Krankheitsursache, sondern einfach als eine durch die Nothwendigkeit der Erhaltung der Art eingetretene und erblich gewordene Form der Symbiose, des Zusammenlebens ungleichartiger Organismen. Es ist eben eine bestimmte Form der Ernährung, von welcher die mannigfachsten Abstufungen zu der gewöhnlichen Nahrungsaufnahme durch einen typischen Wurzelkörper hinleiten.

Wir werden im folgenden Capitel unter den phanerogamen Schmarotzern Beispiele finden (Sandelbaum), bei denen der Parasitismus, der durch Aus-

bildung und Thätigkeit von Haustorialapparaten an den Wurzeln deutlich gekennzeichnet ist, nur noch als gewohnheitsgemäße Eigenschaft erscheint, welche unter Umständen ohne Gefahr für die Existenz der Spezies auch unbenutzt bleiben kann. Das Individuum allerdings, das sich an die Unterstützung durch die Haustorialarbeit einmal gewöhnt hat, empfindet das (z. B. durch Niederschlagen der Nährpflanze hervorgerufene) Aufhören solcher Hülfe in sehr merklicher Weise; es kränkelt jahrelang. Dagegen lassen sich andere Individuen derselben Spezies ohne Beihülfe einer Nährpflanze zu einer dauernd normalen Entwicklung bringen.

Aehnliche Verhältnisse finden wir auch bei manchen unserer einheimischen Pflanzen, deren dichte, grüne Belaubung schon von vornherein vermuthen läßt, daß der so reichlich ausgebildete Chlorophyllapparat der unterstützenden Zufuhr von organischer Substanz aus andern Pflanzen durch die an den feinen Wurzeln vertheilten, kleinen Haustorien nicht mehr bedarf. Im Gegensatz zu diesem Verhalten befinden sich die chlorophylllosen Pflanzen, die Pilze (im weitesten Sinne), in der steten Nothwendigkeit, organisches, einem Pflanzenkörper angehöriges oder einverleibt gewesenes Baumaterial zur Erhaltung ihres Wachsthums aufzusuchen.

Eine sehr große Anzahl von Pilzen, zu denen namentlich viele sog. Schwämme, (große Hutpilze) gehören, sind ausgesprochene Saprophyten, die sich mit dem mehr oder weniger hochgradig verwesten, organischen Material begnügen lassen. Auch da, wo ihr nahrungaufnehmendes Gewebe, ihr Mycelium, noch fest geformte, im typischen Bau erhaltene Organismen angreift, läßt sich beobachten, daß der Angriff erst nach dem aus andern Ursachen herrührenden Tode des Wirthes erfolgt ist. Neben solchen obligaten Saprophyten aber finden wir sehr reichlich Pilzgattungen, deren Individuen zwar meist auf zersetzter, organischer Substanz wachsen und Frucht tragen, gelegentlich aber auf lebendige, gesunde Pflanzentheile übergehen und durch ihre Ausbreitung den Wirth zerstören. Das häufigste Beispiel stellt sich in dem Faulen des Obstes und der Zwiebeln dar. Der Fäulnißprozeß wird durch das Eindringen des allbekannten, blaugrünen Pinselschimmels (Penicillium glaucum), der auf allen möglichen zuckerhaltigen Säften sich ansiedelt, sowie durch eine Anzahl ähnlich häufiger Pilzformen (Mucor, Botrytis u. A.) eingeleitet. Ohne die Einwanderung dieser Pilze können die Früchte zwar teigig werden und schließlich auch der Zersetzung anheimfallen, aber nicht der schnelltödtenden Fäulniß erliegen. Man sieht somit, daß diese sog. Schimmelpilze bei den Obstfrüchten als Parasiten aufzutreten vermögen, während sie gewöhnlich saprophytisch leben, also gelegentliche oder facultative Parasiten darstellen. Ihr Parasitismus erinnert aber darin an die eigentlich saprophyte Lebensweise, daß die Leichtigkeit des Eindringens der Mycelien in das Fruchtfleisch um so größer ist, je mehr die Früchte über das Stadium der Reife hinaus sind, also ihre organische Substanz dem normalen Zerfall sich nähert.

Wundenlose Früchte mit stark entwickeltem, unverletztem Wachsüberzuge sah ich wochenlang im feuchten Raume in direkter Berührung mit kräftig vegetirenden Pilzen intakt bleiben. In neuerer Zeit sind zahlreiche, große Hut- und Consolpilze aus den Gattungen Trametes oder Polyporus, Hydnum, Telephora u. s. w. beschrieben und als durch eigene Zersetzungsformen charakterisirte Parasiten unserer Bäume nachgewiesen worden. Indeß ist ihr Parasitismus meist auch nur ein sehr bedingter, da sie in die unverletzte Rinde nicht einzudringen vermögen, sondern an dem durch eine Wunde bloßgelegten Holzkörper sich einnisten und von dort aus mit ihrem Mycel in das gesunde Gewebe hinein zerstörend fortschreiten. Wir haben in diesem Falle als Mutterboden für die Entwicklung der Pilzorgane eigentlich auch nicht mehr den normalen, gesunden Baumkörper vor uns, sondern die durch die Atmosphärilien bereits sichtlich veränderte Wundfläche. Lange bevor die Pilzsporen auf solcher Wundfläche keimen, sieht man an der Membranverfärbung und Quellung die von der bisherigen gesunden Beschaffenheit abweichende Umänderung der Zellwandungen des Holzkörpers eintreten. Hält man nun hinzu, daß in vielen Fällen auch Blutungssäfte an die Wundoberfläche treten, die, wie auf den Stümpfen der frisch gefällten Bäume im Frühjahr, unter Einwirkung zahlreicher Hefezellen gähren und sich zersetzen, dann gewinnt man die Ueberzeugung, daß die auf einer Wundfläche gebotenen Ernährungsverhältnisse für einen Pilz recht abweichende von denen sein müssen, die der intakte Baumkörper gewähren wird. Auch das wahrnehmbare Hineinwachsen des Mycels in den ehemals gesunden Holzkörper des Ast- oder Stammstumpfes kann nicht als Beweis für einen obligaten Parasitismus verwendet werden. Denn man bedenke nur, wie schnell die Holzfaser in longitudinaler Richtung Flüssigkeiten aufsaugt. Solche in Zersetzung begriffenen Flüssigkeiten bilden sich selbst bei Mangel gährender Blutungssäfte schon durch den Einfluß des atmosphärischen Wassers auf eine bloßliegende Wundfläche, von der aus sie in die tiefer liegende Umgebung eindringen. Daß mit dem Eindringen derartiger Zersetzungsprodukte in die bis dahin gesunden Zellen Aenderungen in Letzteren sich vollziehen müssen, die dieselben für das nachfolgende Pilzmycel zum günstigen Nährboden präpariren, erscheint mir eine viel näherliegende Annahme, als diejenige, daß eine von den Pilzhyphen ausgehende Fermentwirkung das Eindringen des Mycels ermöglicht.

Ganz anders verhalten sich die Rostpilze, die durch den Getreiderost uns so naheliegende Beispiele liefern. Hier ist nicht bekannt, daß die Individuen der Nährpflanzen durch irgend welche abnorme Beeinflussung erst zum passenden Mutterboden für die Pilze werden müssen, sondern hier ergreift der Pilz, wenn auch die einzelnen Varietäten in verschiedener Intensität, dennoch Individuen aller Varietäten, und zwar in einem Zustande, der sicherlich noch innerhalb der „Breite der Gesundheit" liegt. Diese Pilze entwickeln sich nicht außerhalb einer Nährpflanze und sind somit unbedingte oder obligate Parasiten.

Ja, der Parasitismus kann sich bis zu einer noch größeren Schärfe steigern; es giebt nämlich Pilze (Fusicladium pyrinum), welche, so weit bis jetzt bekannt, alljährlich nur ganz bestimmte Varietäten (z. B. die Grumbkower Birne), die mitten zwischen anderen stehen, befallen. Als eine besondere Form von strengem Parasitismus ist der Lichenismus zu betrachten. Hierbei ergreift eine bestimmte Art von hochentwickelten Schlauchpilzen verschiedene Algen als Nährpflanzen. Der aus den Pilzsporen sich entwickelnde Keimschlauch umwächst eine Algenzelle und bildet sich, gestärkt durch deren Einfluß, zu einem gegliederten Thallus aus. Die eingeschlossene Algenzelle schreitet aber ebenfalls in ihrer Entwicklung weiter fort und vermehrt sich reichlich. Die gegenseitigen Beziehungen der beiden Pflanzen, welche in ihrer Gemeinsamkeit die Flechtenpolster darstellen, die in gelben und grauen Farben die Baumstämme überziehen, sind nicht schädigende, sondern vortheilhafte. Es liefert nämlich der Pilz durch seine in die Unterlage eindringenden Organe (Rhizinae) die anorganischen Bestandtheile für die eingeschlossene Alge, welche ihrerseits durch ihren assimilirenden Chlorophyllapparat die kohlenstoffhaltigen, organischen Verbindungen herstellt, welche die Weiterentwicklung des Pilzes ermöglichen.

Von diesen unbedingten Parasiten führt uns eine Gruppe von Pilzen wieder abwärts zu solchen Organismen, die zwar zur Erlangung ihrer typischen Fruchtentwicklung ausnahmslos ebenfalls auf eine Wirthspflanze angewiesen sind, die aber doch auch für einige Zeit hindurch außerhalb einer Nährpflanze erhalten werden können und in diesem Falle eigenthümliche Sproßphasen durchmachen, deren Bedeutung für das Pilzleben noch nicht genügend erkannt ist. Wahrscheinlich sind es Adaptionserscheinungen zur Erhaltung der Existenz des Pilzes bei einem Aufenthalte in ungewohnten Medien. Als Beispiele können der Pilz der Pflaumentaschen (Exoascus pruni) und, nach Brefeld's eingehenden Kulturversuchen, die Brandpilze [1]) gelten. Hier ist neben dem unbedingten Parasitismus schon die Möglichkeit, wenn auch wohl noch nicht die Neigung vorhanden, gelegentlich außerhalb der lebenden Wirthspflanze saprophytisch einen gewissen Zeitraum hindurch zu vegetiren.

Noch einen Schritt weiter abwärts zum Saprophytismus hin gehen einzelne Vertreter aus streng parasitischen Pilzfamilien. So hat beispielsweise de Bary, dessen gediegene Beobachtungen und Zusammenstellungen [2]) unseren Ausführungen meist zu Grunde gelegt sind, nachgewiesen, daß einzelne Arten der streng parasitischen Peronosporeen-Familie auf manchen Pflanzen ausschließlich parasitisch auftreten, in andern Fällen aber auch ihren ganzen Entwicklungs-

---

[1]) Brefeld: Botanische Untersuchungen über Hefenpilze. Heft V. Leipzig, Felix, 1883.

[2]) de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien. Leipzig, Engelmann, 1884.

cyclus saprophytisch durchlaufen können. Die mit dem Pilze der Kartoffelkrankheit nahe verwandte Phytophthora omnivora [1]) ist das bestſtudirte Beispiel. Bei jungen Samenpflanzen von Fagus, bei Arten von Sempervivum und Oenothera, sowie anderen Phanerogamen lebt der Pilz als endophytischer Schmarotzer und richtet in der Wirthspflanze große Zerstörungen an oder führt dieselbe sogar zum Tode, während die Nährpflanzen, welche von den die Kartoffelkrankheit erzeugenden, nächststehenden Phytophthora infestans heimgesucht werden (Solanum tuberosum und S. Lycopersicum), unberührt von Ph. omnivora bleiben. Dieser Schmarotzer, der um so besser wächst, je wasserreicher die Nährpflanze ist, und der sich üppig weiter entwickeln kann, wenn selbst seine Nährpflanze von Wasser bedeckt wird, bildet in dem von ihm getödteten Gewebe reichlich Früchte (Oosporen). Bringt man denselben Pilz auf pflanzliche oder thierische Leichen, deren Gewebe also bereits in vorgeschrittenem Zerfall sich befinden, dann kann er auch auf solchem Mutterboden saprophytisch sich kräftig weiter entwickeln und Knospen in großer Menge bilden. Dadurch charakterisirt er sich als Gelegenheits-Saprophyt oder facultativ-saprophytischer Parasit.

Schließlich gelangen wir in unserer Betrachtung zu Beispielen, bei denen das Verhältniß zwischen Pilz und phanerogamer Nährpflanze sich ähnlich gestaltet wie bei den Flechten, also ein gegenseitig förderndes wird. Durch A. B. Frank's [2]) neueste Untersuchungen ist festgestellt worden, daß manche Baumgattungen, vorzugsweise die Cupuliferen sich in der Erde nicht selbständig ernähren, „sondern überall in ihrem ganzen Wurzelsystem mit einem Pilzmycelium in Symbiose stehen, welches ihnen Ammendienste leistet und die ganze Ernährung des Baumes aus dem Boden übernimmt." Wenn man nämlich die Saugwurzeln der aus den verschiedensten Bodenarten stammenden Buchen, Eichen, Haibuchen, Haselnüsse und Kastanien (Castanea vesca) untersucht, findet man diese zartesten Aufnahmeorgane für die Bodennahrung mit einem vollkommen lückenlos zusammenhängenden Ueberzuge aus organisch mit der Wurzelrinde verwachsenen Pilzfäden versehen. Selbst die fortwachsende Spitze der Wurzel ist schon mit dem Pilzmantel überkleidet und derselbe verlängert sich selbst in dem Maaße stets weiter, als die eigentliche Wurzel im Wachsthum fortschreitet. Dadurch daß die Pilzfäden der Wurzelepidermis nicht blos fest anliegen, sondern auch zwischen die Epidermiszellen selbst eindringen und deren Membran durchwuchern, entsteht thatsächlich ein aus zwei heterogenen Elementen zusammengesetztes, eigenthümliches Organ, eine Pilzwurzel (Mycorhiza) [3]), das die Thätigkeit übernimmt, welche bei andern Bäumen von der

[1]) Bot. Zeitung 1881, S. 585.

[2]) B. Frank: Ueber die auf Wurzelsymbiose beruhende Ernährung gewisser Bäume durch unterirdische Pilze. Berichte d. deutschen bot. Ges. 1885, Bd. III. Heft 4.

[3]) Wie später gezeigt werden soll, hat bereits Kamieński bei Monotropa dasselbe symbiotische Verhältniß beschrieben. Bot. Zeitung 1881, S. 457.

gewöhnlichen Wurzel ausgeübt wird. Die Pilzwurzel unterscheidet sich von der gewöhnlichen Wurzel dadurch, daß sie eine eigenthümliche, corallenähnliche, kurze Verzweigung zeigt, daß ihre Wurzelhaube wenig entwickelt ist und daß die Wurzelhaare fehlen. Die relativ dicken, kurzen Verzweigungen, die trotz ihres dichotomen Aussehens sich monopodial bilden, gehen an den älter werdenden Wurzeltheilen verloren, wie eben auch bei andern Bäumen die Saugwurzeln verloren gehen. In denjenigen Aesten der Pilzwurzel, welche zu dauernder Verlängerung bestimmt sind, vollzieht sich das Abstoßen des Pilzmantels durch den gewöhnlichen, bei allen Wurzeln stattfindenden Prozeß des Absterbens der Rindenschichten bis zur Endodermis, unter welcher sich ein Korkcambium bildet, das den Schutz des dicker werdenden Holzcylinders der Wurzel übernimmt. Also grade an den jungen, zur Aufnahme der Bodennahrung allein tauglichen Saugwurzeln findet sich der Pilzüberzug, von welchem noch nicht festgestellt ist, welche Gattungen sich an seiner Bildung betheiligen.

Anmerkung. Es muß hierbei die Aufmerksamkeit auf den Parasitismus von Elaphomyces granulatus[1]) gelenkt werden. Der in großen Nestern in Kieferwäldern in der Erde zu findende Pilz zeigt jedes Individuum von einer Hülle umsponnen, welche aus der überreichen Verzweigung eines einzigen Wurzelästchens der Kiefer hervorgegangen ist. Bei Fichten kommt dieselbe Erscheinung vor.[2]) Die Wurzeln zeigen die dichotom erscheinende Verzweigung der Mycorhiza; ihre etwas verdickten Enden sind von einer dicht anliegenden, weißlichen Scheide pseudoparenchymatischen Pilzgewebes umhüllt. Von dieser Scheide strahlen einerseits Mycelfäden nach außen in die umgebende Erde aus, andererseits dringen solche Fäden in das Gewebe der Wurzelrinde.

Der Pilzüberzug muß also, da kein Theil des eigentlichen, jungen Wurzelkörpers mit dem Boden direkt in Berührung kommt, die Aufnahme der rohen Bodenlösung für den Baum übernehmen und empfängt dafür durch sein Eindringen in die Epidermis des ausgewachsenen (nicht des noch in Streckung begriffenen) Wurzelkörpers von demselben sicherlich einen Theil des nothwendigen, organischen Kohlenstoffmaterials.

Während das eben geschilderte, für beide Symbionten vortheilhafte Verhältniß bei den Cupuliferen sich als fast ausnahmslose Regel erweist (nur Keimpflanzen und Wasserkulturen lassen pilzfreie Wurzeln erkennen), findet es sich minder allgemein bei den Coniferen (s. Fig. 1) und noch weniger oft bei den Salicineen. Die Fig. 1 zeigt eine Mycorhiza von Pinus Strobus. Dieses Verhältniß ist, da der Pilz auf und in der Wurzelepidermis nistet, immerhin als Parasitismus zu bezeichnen. Es ist aber kein schädigender Einfluß

---

[1]) M. Reeß: Ueber den Parasitismus von Elaphomyces granulatus. cit. Bot. Centralbl. 1880, S. 1094.

[2]) Ludwig: Ueber einige interessante Pilzfunde bei Greiz. Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1880, XIII.

des Parasiten mehr erweislich; denn der Reiz, den das Mycel auf den jungen Wurzelkörper ausübt und ihn veranlaßt, in kurzen, dickeren Verzweigungen hexenbesenartig sich zu entwickeln, ist, da ein vorzeitiges Absterben nicht constatirt ist, nicht als Schädigung aufzufassen. Und so finden wir denn durch die Mycorhiza einen nicht klarer zu wünschenden Uebergang von dem Krankheiten erzeugenden Parasitismus zu einem für beide Theile vortheilhaften Zusammenleben. Dadurch verliert der Begriff des Schmarotzerthums immer mehr den Charakter des Außergewöhnlichen und stellt sich als eine gegebene, nothwendige Form des Zusammenlebens von zwei auf einander angewiesenen Organismen dar, die sicherlich stets in Wechselbeziehungen zu einander stehen.



Fig. 1.

Für die Pathologie wird grade der Begriff der Wechselbeziehung zu betonen sein. Es ist nicht blos der Krankheit erzeugende Schmarotzer, der einseitig einen Einfluß auf die Nährpflanze ausübt, sondern bestimmt auch der Wirth, der den Gast beeinflußt. Die im Folgenden erwähnte, verschiedene Ausbildung der Mistel auf verschiedenen Nährpflanzen und das oft deutlich erkennbare, schwächliche Wachsthum mancher Pilze auf bestimmten Varietäten von sonst stark heimgesuchten Arten von Nährpflanzen weisen genügend darauf hin, daß wir bei allen parasitären Krankheiten den Zustand der Nährpflanze bei Bekämpfung des Schmarotzers, mehr als dies bisher der Fall gewesen, im Auge behalten müssen.

Wenn uns ein eingehenderes Studium der Krankheiten und eine fortgeschrittenere Methode erst in den Stand setzen werden, die Abhängigkeit der Ausbreitung der Parasiten von den einzelnen Varietäten der Arten und von bestimmten Entwicklungszuständen der einzelnen Individuen deutlicher zu erkennen, werden die Bestrebungen zur Heilung und Vermeidung der Krankheiten in andere, natürlichere, erfolgreichere Bahnen gelenkt werden. Der nächste Schritt muß in Versuchen bestehen, das anerkannte Faktum zu erklären, daß eine Varietät oder auch gar ein Individuum für den Parasiten einen minder günstigen Nährboden darstellt, auf seine Entwicklung hemmender wirkt, als andere Individuen. Das Resultat solcher Versuche kann nur in der Präcisirung gewisser stofflicher und vielleicht auch gestaltlicher Aenderungen bestehen, durch welche die den Schmarotzer hemmenden Individuen von solchen den Parasiten begünstigenden Nährpflanzen abweichen. Da es zweifellos ist, daß unsere Kulturverhältnisse fortwährend ändernd in den Aufbau und die Zusammensetzung der Organismen eingreifen, so ist es meine feste Ueberzeugung, daß

es in vielen Fällen gelingen wird, durch zielbewußte Regelung einzelner Vegetationsfaktoren diejenige Entwicklung der Nährpflanze zu geben, welche dieselbe weniger günstig für die Aufnahme und Ausbreitung eines Parasiten macht.

Wir kommen damit zu einer Pflanzen-Hygieine und erreichen sicherlich durch die dann mögliche Erziehung kräftigerer, widerstandsfähigerer Individuen größere Erfolge im Kampfe gegen die Parasiten, als durch das jetzt leider noch herrschende alleinige Bestreben, durch äußere Mittel den Schmarotzer zu vernichten.

---

# Cap. II. Phanerogame Parasiten.

## 1. Santalaceen.

(Tafel I.)

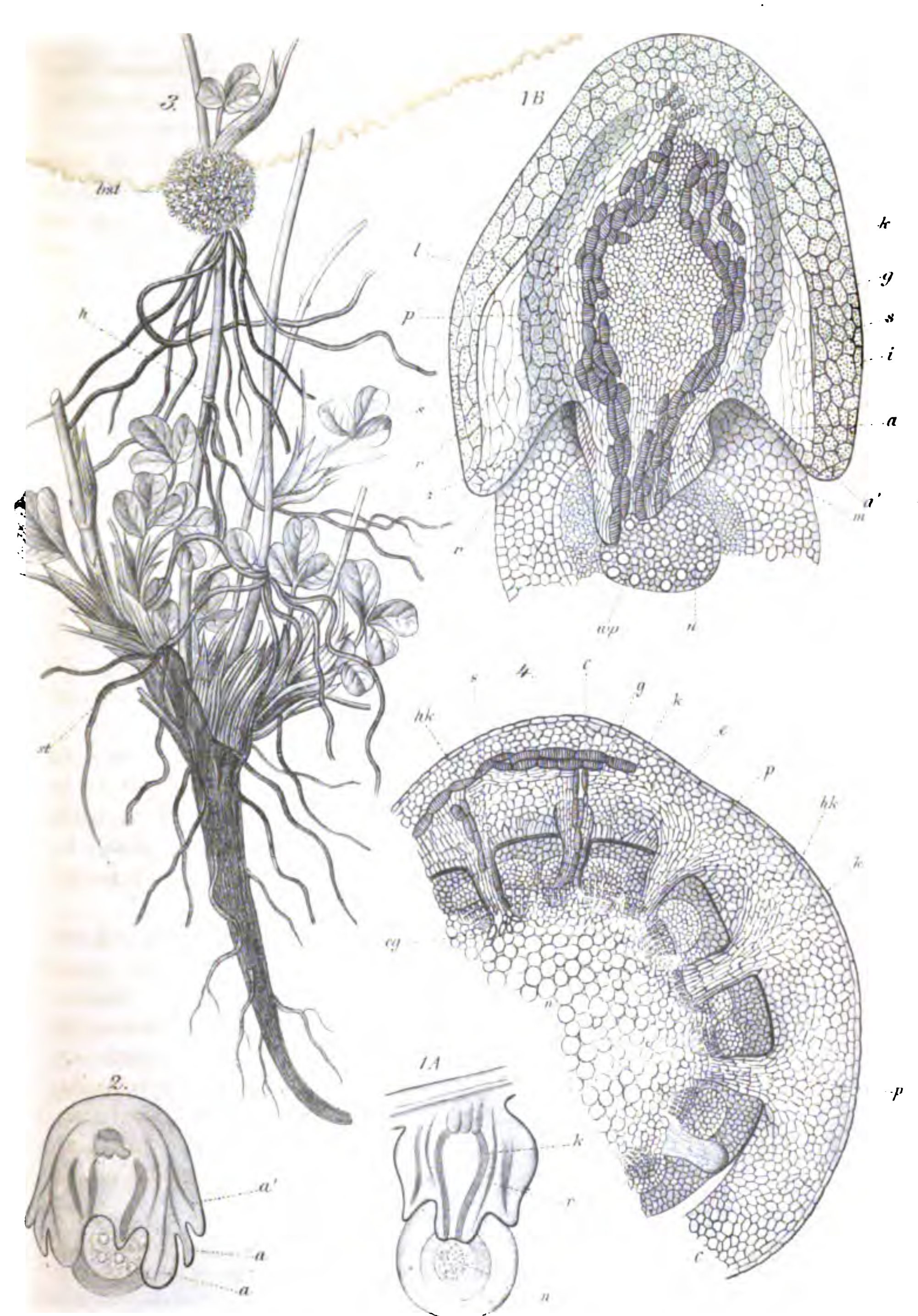
Alle phanerogamen Schmarotzer besitzen bald am Stengel, bald an den Wurzeln eigenthümlich gebaute, in einzelnen Fällen den Nebenwurzeln vergleichbare Organe, die sie befähigen, ihrem Wirthe assimilirte Nahrung zu entziehen. Diese Organe nennen wir Saugwarzen oder Haustorien. Der Bau derselben ist je nach der Pflanzenart verschieden und bedarf einer eingehenden Betrachtung.

Wir beginnen mit den Haustorien der bei uns im Ganzen selten vorkommenden Gattung Thesium L. (Vermeinkraut), das auf verschiedenen, sowohl monocotylen als dicotylen Pflanzen schmarotzt. Obgleich seltener, wählen wir diese Pflanze dennoch aus dem Grunde, weil bei ihr das Saugorgan außerordentlich ausgebildet ist und die genaue Kenntniß des Organs die Besprechung der Haustorien bei andern Pflanzen bedeutend abkürzt.

Wenn man ein Thesium-Pflänzchen vorsichtig derart ausgräbt, daß auch die feineren Wurzelverzweigungen erhalten bleiben, so findet man einzelne Würzelchen in rein weiße, fleischige, eiförmige oder glockenförmige, bisweilen scheinbar gestielte Körperchen endigend, welche fest auf den Wurzeln benachbarter Pflanzen aufsitzen. Sind die Wurzeln der Nachbarpflanze dünn, dann umschließt bisweilen die weiße Anschwellung (das Haustorium) die ernährende Wurzel mantelförmig. Diese Anschwellung besitzt einen sehr interessanten, anatomischen Bau, den wir nach den Untersuchungen von Solms-Laubach[1]) hier wiedergeben. Durch die Verschiedenartigkeit des Gewebes läßt sich zunächst

---

[1]) Ueber den Bau und die Entwicklung parasitischer Phanerogamen v. Herm. Graf zu Solms-Laubach. Pringsh. Jahrbücher f. wissensch. Bot. Bd. VI. S. 539.




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



ein Rindenkörper (Fig. 1 A und 1 B r) von einem Kern (k) unterscheiden. Der Rindenkörper ist es, welcher den lappigen, die Nährwurzel (n) mantelartig umfassenden Theil des Haustoriums bildet. Dieser Rindenkörper zerfällt selbst wieder in zwei Parthien, von denen die eine aus kleinen, polygonalen, schwach Stärke führenden Parenchymzellen gebildet ist, die andere, äußere dagegen aus größeren Parenchymzellen mit größeren Stärkekörnern besteht. (Das Folgende bezieht sich ausschließlich auf Fig. 1 B.) Beide Rindenzonen sind von einander erstens durch einen Streifen (s) aus zerknitterten, zusammengefallenen Zellen, welche sich allmählich auflösen und zweitens durch eine Parthie luftführender, großer Parenchymzellen (i) in zwei scharf getrennte Theile geschieden, die nur unten an dem Theile des Rindenlappens, welcher der Nährwurzel anliegt, mit einander verbunden sind und allmählich in einander übergehen. Der Kern des Haustoriums besteht aus drei verschiedenen Geweben. Das Innerste ist das Kernparenchym (l), welches aus kleinen, dicht an einander liegenden, plasmareichen Zellen gebildet wird; an dieses centrale Gewebe grenzt der Gefäßring (g), der aus netzartig verdickten, hin und her gewundenen, kurzen Gefäßzellen besteht. An diesen Gefäßring nach außen grenzt eine Zone dünnwandigen, stärkelosen, an Cambium erinnernden Gewebes (k). Alle drei Gewebeschichten des Kerns sehen wir in einen etwa keilförmigen Fortsatz sich verlängern, der im Innern des Gewebes der Nährwurzel liegt und Saugfortsatz heißt. Bemerkenswerth erscheint hierbei, daß die einzelnen Zellelemente des Saugfortsatzes mehr in die Länge gestreckt erscheinen und daß die netzig verdickten Gefäßzellen an der Spitze büschelig aus einander gehen, um sich direkt mit den Gefäßen der Nährwurzel (wp) in Verbindung zu setzen. Umgeben wird der ganze Saugfortsatz von einer gelblichen, stark lichtbrechenden Schicht, welche ihn von dem umgebenden Gewebe der Nährwurzel abgrenzt. So sieht man hier also gleichsam eine Arbeitstheilung im Haustorium angedeutet, insofern als der Kern den eigentlich zerstörenden, Nahrung aufnehmenden Saugfortsatz bildet, der Rindenkörper dagegen das Haftorgan, die Anheftungsfalte darstellt, welche, wie hier in der Zeichnung, bei einer dicotylen Wurzel der Rinde aufliegt und einfach ist, oft aber auch, namentlich bei dünnen Monocotylenwurzeln nach innen zu mehrere jüngere, kappenartig übereinandergreifende Falten bildet. Diese zerstören den Rindenkörper der Nährwurzel und legen sich dicht an die Gefäßbündelscheide an (Fig. 2 a).

Daß diese Rindenfalten des Haustoriums auch wirklich Anheftungsfalten sind, wird aus der Entwicklungsgeschichte des Saugorgans klar. Man sieht zunächst an einer bestimmten Stelle der Thesiumwurzel das Rindenparenchym eine Gruppe protoplasmareichen Theilgewebes (Meristem) bilden, das wie ein Auswuchs auf der Wurzel erscheint. Der flache Auswuchs vergrößert sich schnell und dabei wachsen die Ränder stärker, als der mittlere, der Achsentheil, des neuen Gebildes. Auf diese Weise entsteht ein wallartiger Rand, von dem zwei gegenüberliegende Seiten im Wachsthum bedeutend bevorzugt und zu Lappen werden, die bei Erreichung einer Nährwurzel sich dicht an dieselbe

anlegen. Dies sind die primären Anheftungsfalten (Fig. 1 Ba' 2a'), zwischen denen der jugendliche, meristematische Achsentheil in der Anlage ruht.

Innerhalb dieser beiden primären Ränder können nun unter Umständen, namentlich auf Monocotylenwurzeln noch ein zweites und selbst ein drittes Lappenpaar entstehen, welche somit die jüngeren, inneren Anheftungsfalten bilden (Fig. 2a). Erst wenn diese Falten sich der Rinde der Nährwurzel angelegt oder in dieselbe eingedrungen sind und ihr Wachsthum beendigt haben, entwickelt sich der Achsentheil des Gebildes zum Saugfortsatz, welcher mit seinen Gefäßzellen sich direkt an die Gefäße der Nährwurzel anlegt.

In sehr vielen Fällen erreicht aber eine solche, oben geschilderte Anlage eines Saugorgans nicht sofort eine passende Nährwurzel. Unter diesen Umständen wächst das junge Organ zu einem hakig gekrümmten, kleinen Zweige aus, dessen Spitze noch eine Zeit lang den Charakter des Haustoriums bewahrt. Erreicht es, so lange die Spitze noch jugendlich (meristematisch) ist, endlich eine zusagende Nährwurzel, so wird es zu einem gestielten Haustorium, erreicht es aber keine solche, dann bleibt es dauernd in dem fadenförmigen Zustande und bildet jene gekrümmten, rechtwinklig abstehenden Zweigchen, welche der Wurzel der Thesiumpflanze ihr eigenthümliches Aussehen verleihen.

Die Gattung Thesium gilt, wie wir sehen, als Beispiel für diejenigen Schmarotzer, welche nicht ausschließlich auf die Nahrung ihres Wirthes angewiesen sind. Der Same des Verneinkrautes keimt nach Irmisch wie der einer nicht schmarotzenden Pflanze; er treibt zunächst eine Pfahlwurzel und zwei fadenförmige, lange, in der Samenschale verbleibende Cotyledonen. Erst wenn die Pfahlwurzel sich verzweigt, bilden die Seitenzweige Haustorien und damit wird die Pflanze zum wirklichen Parasiten.

Auch viele der übrigen, theilweis im Folgenden noch eingehender geschilderten, phanerogamen Schmarotzer sind mit solchen glockenförmigen Hülfsanheftungsapparaten versehen, zu welchen der eigentliche Saugfortsatz den Glockenklöppel darstellt. Chatin[1]), welcher vergleichende Studien über die Saugapparate sehr zahlreicher, auch tropischer Schmarotzer angestellt, macht darauf aufmerksam, daß nur solche Arten besondere Anheftungsvorrichtungen (appareils préhenseurs) aufweisen, bei denen die Fixirung durch den eigentlichen Saugfortsatz keine genügend feste ist. Während beispielsweise die bald zu erwähnende Cuscuta Epithymum, die Kleeseide, durch ihre vielen, reihenweis den engen Stengelwindungen entspringende Saugfortsätze genügend fest angeheftet und daher ohne merklich ausgebildeten Greifapparat ist, haben Cuscuta monogyna und densiflora, die in lockeren Windungen den Nährstengel umschlingen, an ihren entfernt stehenden Saugfortsätzen besondere Saugnäpfe (ventouse). Ebenso haben Cassytha Casuarinae und brasiliensis mit ihren einfach windenden Stengeln verkehrt-glockenförmige Greifapparate.

Unter den Wurzelparasiten fehlt der Mehrzahl der Pedicularieen und Orobancheen der Hülfsapparat, weil die Erde schützend an der Anheftungsstelle wirken dürfte; das oben geschilderte Thesium und Clandestina machen eine Ausnahme.

Es kommt auch vor, daß der den eigentlichen Saugfortsatz schützende

---

[1]) Chatin: Sur l'existence d'un appareil préhenseur ou complementaire d'adhérence dans les plantes parasites. Compt. rend. LXXXVIII. 1879. I. S. 261.

Mantel von der Nährpflanze gebildet wird, wodurch die verkehrt-glockenförmige Gestalt entsteht. Dieser Fall zeigt sich bei Loranthus europaeus auf dem Oelbaum (Olea), bei einer Frostia auf Bauhinia, während bei Loranthus auf Citrus Parasit und Nährpflanze gleichzeitig hypertrophische Gewebe bilden, die sich mit breiter Oberfläche an einander legen.

## 2. Scrophulariaceen.

Viel zahlreicher und dem Praktiker viel häufiger entgegentretende Parasiten liefert eine Unterfamilie der Scrophulariaceen, die wir als Rhinanthaceen bezeichnen. Die einzelnen Geschlechter derselben schmarotzen in derselben Weise, wie die Santalaceen, zu denen das oben beschriebene Thesium gehört. Die Haustorien bilden bei Rhinanthus, dem gelben Klappertopf, ebenfalls kleine, den Wurzelverzweigungen seitlich anhängende Organe, die aber viel einfacher gebaut sind. Kommt ein Haustorium auf eine monocotyle Wurzel, z. B. eine Graswurzel, so legt sich in der Regel die Rindenschicht des Haustoriums unter Zerstörung des Rindenparenchyms der Nährwurzel an die Gefäßbündelscheide derselben an. Der Kern des Haustoriums, sowie der in das Holz eindringende Saugfortsatz sind nur von einem einzigen Gefäßbündelstrange durchzogen, dessen Zellen netzartig verdickt sind und mittelst großer Löcher mit einander in Verbindung stehen. Hier, wie bei allen anderen Saugorganen steht der Gefäßbündelstrang des Haustoriums in direktem Zusammenhange mit den Gefäßbündeln der Nährwurzeln und auch hier (wie bei Thesium) legt sich das Haustorium bei einer dicotylen Wurzel nur an den Holzkörper an, während es bei einer monocotylen Wurzel in denselben eindringt und ihn zersprengt.

Die einzelnen Gattungen und Arten verhalten sich hinsichtlich des Baues ihrer Saugorgane etwas verschieden. So trägt z. B. der Feldwachtelweizen (Melampyrum arvense L.) an seinen langen, unverzweigten Wurzeln nur wenige Haustorien, von denen zur Blüthezeit auch nur noch ein kleiner Theil mit der Nährpflanze in Verbindung steht. Ihre Gestalt ist noch einfacher als bei dem Klappertopf (Rhinanthus Crista galli L.), da sie nur eine seitliche Anschwellung der Wurzel darstellen.

Ihrer Form nach schließen sich eng an die Rhinanthus-Arten die Haustorien der bei uns ebenfalls viel verbreiteten Läusekräuter (Pedicularis Tourn.). Sehr klein sind die Saugorgane bei dem Augentrost (Euphrasia officinalis L.), der in großen Mengen auf Wiesen und Waldplätzen vorkommt und an dessen Parasitismus man lange nicht geglaubt hat.

Von einer andern Rhinanthacee, nämlich Bartschia alpina L., die im Riesengebirge vorkommt, beobachtete Krause[1]), daß an den Wurzeln von

[1]) Krause: Beiträge zur Anatomie der Vegetationsorgane von Lathraea Squamaria L Inauguraldissertation. Breslau 1879.

dicotylen Pflanzen ihr Haustorium hoch vom Holzkörper umwachsen wird, also langlebig sein muß. Hauptsächlich erscheint sie an Graswurzeln, namentlich an Nardus stricta, bei welcher Pflanze auch Fälle beobachtet worden, bei denen der Saugfortsatz durch die Blattscheiden der abgestorbenen Blätter hindurch in die unteren Stengelparthien bis zu deren Gefäßen eingedrungen war. Dies wäre ein Beispiel von gleichzeitigem Wurzel- und Stengelparasitismus.

Den Uebergang zu einer andern Unterfamilie der Scrophulariaceen, zu den Orobancheen, die durch eigenthümliche Anheftungsweise an ihre Nährpflanze ausgezeichnet sind, bildet die Schuppenwurz (Lathraea Squamaria L.), welche ein Beispiel liefert, daß auch mehrjährige Pflanzen dieser Familie mit Haustorien versehen sind. Die mattpurpurnfarbige Pflanze ist ebenfalls nur zum Theil auf den Parasitismus zur Erhaltung ihrer Existenz angewiesen und Bouché[1]) behauptet sogar, diese und Lathraea clandestina L. (Clandestina rectiflora Lam.), die in Südeuropa heimisch, vier Jahre hindurch in Töpfen ohne Nährpflanze kultivirt zu haben. Auch will dieser Beobachter bei der Pflanze bemerkt haben, daß die umstehenden Wiesenpflanzen ein üppigeres Aussehen hatten, als die entfernter stehenden Exemplare derselben Wiese. In Frankreich wird die Pflanze (nach Decaisne) auf Pappelwurzeln angetroffen. Für die verhältnißmäßig geringe Bedeutung, welche der Parasitismus für das Gedeihen der Lathraea besitzt, spricht auch das Vorkommen an ganz verschiedenen Nährpflanzen. Die Clandestina z. B. erhielt Bouché aus Belgien, wo sie auf Eichen vorkommt; die Exemplare wurden in Berlin auf eine oft überwässerte Wiese gebracht und reiften dort ihre Samen, welche Pflanzen hervorbrachten, die auf den verschiedensten Geschlechtern schmarotzten. Als solche Nährpflanzen wurden Arten von Salix gefunden, ferner Gentiana lutea, Dactylis glomerata, Poa pratensis, Rumex acetosa, Ranunculus acer u. A.

Die Entstehung der Haustorien beschreibt Krause an Lathraea Squamaria. Dort, wo eine junge Adventivwurzel der Pflanze einer Nährwurzel anliegt, bilden sich dichte Knäuel schlauchartiger Haare mit keulig angeschwollenen Enden, durch welche der vorläufige Anschluß vermittelt wird. In Folge einer lebhaften Zelltheilung in Epidermis und Rinde der Lathraea-Wurzel erhebt sich aus derselben an der Anlegungsstelle das eigentliche Haustorium, in dessen Innern sich die Gefäßbündel ausbilden und das nun in das Innere der Nährpflanze, oft unter Bildung von Verästelungen eindringt, um sich an den Holztheil anzulegen. Die nicht mit Nährpflanzen in Berührung kommenden Wurzeln nehmen jedenfalls Bodennahrung auf. Ob das von Gilbert vermuthete Aufnehmen von Nahrung[2]) durch die mit ungestielten und gestielten Drüsen besetzten Höhlen der unterirdischen, schuppenförmigen Blätter thatsächlich stattfindet, bleibt zu untersuchen; der übrige Wurzelapparat dürfte zur Ernährung ausreichen. Die Vermehrung der Pflanze kann sowohl durch Samen als auch durch abgebrochene Stengelstücke erfolgen, die in der Erde Adventivwurzeln mit Haustorien entwickeln.

---

[1]) Bouché: Ueber Lathraea clandestina. 599. Verh. d. Ver. z. Bef. d. Gartenbaues in d. Kgl. Preuß. Staat. 1877, S. 290.

[2]) Bot. Jahresbericht 1880, I. S. 116.

Außer den beiden oben behandelten Arten wären noch die in Thracien[1]) beobachtete Lathraea rhodopea Dingl. in Buchenwäldern, also wahrscheinlich auf Buchenwurzeln vorkommend und L. japonica Benth. et Hook. zu nennen.

Im Gegensatz zu den bisherigen Scrophulariaceen, bei welchen der Parasitismus nur als eine Hülfsvorrichtung neben einer normalen Wurzelthätigkeit auftritt, sind die in der Unterfamilie der Orobancheen vereinigten Gewächse ausschließlich Schmarotzer. Wir haben in derselben die beiden nahe verwandten, früher vereinigten Gattungen Orobanche L. und Phelipaea C. A. Mey. Bei ersterer Art ist der Kelch zweispaltig und von einem einzigen Deckblatte gestützt, wogegen er bei Phelipaea 3—6zähnig ist und außer von einem Deckblatte noch jederseits von einem seitlichen Deckblättchen begleitet wird.

Soweit bis jetzt die Aussaatversuche ergeben haben, kommt kein Samen der Orobancheen weiter zur Entwicklung, wenn er nicht eine ihm zusagende Nährwurzel als Unterlage findet, obgleich er, wie Schacht[2]) beobachtet hat, nach 4 Wochen in Wasser keimt, wenn frisches Saatgut zur Verwendung gelangt. L. Koch[3]), dem wir in der Darstellung folgen, fand, daß sich in Asbest, Fließpapier, Erde und andern Materialien die Samen monatelang unverändert und keimfähig erhalten können, ja Bouché[4]) sah die Samen einzelner Arten, wie z. B. O. Lupuli auf Liguster nach mehreren Jahren noch keimfähig; aber zur Entwicklung kommen sie ohne Nährwurzel nicht. Ist eine solche indeß vorhanden, dann erfolgt die Keimung auch schon im dampfgesättigten Raume, gleichviel ob die Samen mit Erde bedeckt sind oder nicht. Die Entwicklung erfolgt in verschiedenen Tiefen des Bodens und zu verschiedenen Zeiten, was insofern für den Parasiten günstig ist, als derselbe dadurch verhindert ist, eine Nährwurzel schnell zu erschöpfen, was bei gleichzeitiger Keimung zahlreicher Samen der Fall wäre. Der kleine, in Sameneiweiß (Endosperm) eingehüllte Embryo der Orobanchen besitzt keine Keimblättchen (Cotyledonen) und kein Stengelknöspchen (Plumula); er bildet ein etwa eirundes Körperchen, das sich durch Neubildung und Streckung der Zellen fadenartig verlängert.[5]) Der fertige Embryo bei diesen Schmarotzern repräsentirt also gleichsam ein stabiles Jugendstadium eines typischen dicotylen Embryo.

Bei der Keimung wächst zunächst die haubenlose Wurzelhälfte hervor und aus dieser entwickelt sich nun der dünne, fadenförmige Keimling, der nicht über 2 mm lang

---

[1]) Dingler: Lathraea rhodopea Dingl. Bot. Zeit. 1874, S. 74.

[2]) Wochenbl. d. landw. Ver. im Großherzogthum Baden 1876, Nr. 13, S. 101.

[3]) L. Koch: Untersuchungen über die Entwicklung der Orobanchen. Berichte d. deutschen bot. Ges. 1883, Bd. 1, Heft 4.

[4]) Bouché: Ueber Lathraea clandestina 559 Vers. d. Ver. z. Bef. d. Gart. Berlin 1877, S. 290.

[5]) Caspary in Flora 1864. — L. Koch in Verh. d. Heidelberger Naturhist. Med. Ver. N. S. I, 3: Ueber die Entwicklung des Samens der Orobanchen; siehe auch Pringsheim's Jahrbücher f. wiss. Bot. 1878, Bd. XI, S. 218.

ist. Das eigentliche obere (plumulare) Ende des kleinen Embryo, das gar keine morphologische Gliederung zeigt, bleibt im Sameneiweiß stecken. Das fadenförmige Keimgebilde zeigt, so lange es noch außerhalb der Nährwurzel ist, mit seiner epidermal abgeschlossenen Spitze wellenförmige Biegungen. Wird die Nährwurzel erreicht, so erfolgt der Eintritt, der durch papillöse Auswüchse der Epidermis des Parasiten angebahnt wird. Alsbald sieht man ein Stück des fädigen Keimgebildes in der Rinde der wenig gestörten Nährwurzel; dasselbe bringt nun in die Mitte der Wurzel oder streift auch blos deren Gefäßstrang, um zwischen ihm und dem Weichbast hindurch zu gehen und mit dem Eintreten in die der ersten Eingangsstelle des Schmarotzers entgegengesetzte Rindenpartie zu endigen. Es vollzieht sich dabei stets eine organische Verschmelzung der Zellen des Parasiten mit den Gefäß- und Weichbastelementen der Nährwurzel.

In Folge dieser Verschmelzung fängt das Keimgebilde an, sich zu verdicken und wird innerhalb der Nährwurzel zum primären Haustorium; die Epidermis des außerhalb gelegenen Theiles verkorkt. Die nach innen gewendete Spitze des Haustorialkegels sendet nun ihre Zellen reihenweis in das Gefäßbündel oder die Rinde des Wirthes. Bei den stärkeren Nährwurzeln stellt sich, von der Cambiumzone ausgehend, durch den Reiz des Parasiten eine sehr starke Zellvermehrung ein, die unter Emporhebung der Wurzelrinde zu einem scheidenförmigen, durch Cambium sich verdickenden, Ringwulst um den äußern Theil des Parasiten sich ausbildet. Die aus dieser Cambiumzone hervorgehenden, nach innen gewendeten Elemente bilden sich, besonders da, wo sie an gleichartige Zellen des Schmarotzers stoßen, zu Tracheïden aus und stellen auf diese Weise die tracheale Verbindung des Haustoriums mit dem Gefäßbündel der Nährwurzel her. Nach außen bildet der Cambiumring nur Weichbast und lockeres Parenchym, dessen verkorkende Außenlagen, wie es scheint, nach und nach abgestoßen werden.

Jetzt fängt auch das Haustorium an, Wucherungen in die Nährwurzelscheide zu treiben, indem es aus seinem dickeren, peripherisch gelegenen Theile keilförmige, dem Hauptkörper ähnlich gebaute Auswüchse aussendet, so daß der junge Parasit das Aussehn eines Backenzahnes gewinnt, wobei die Zahnwurzeln in der Achsenwucherung der Nährwurzel eingelassen ruhen.

Nachdem ein Theil des Keimfadens der Orobanche in die Nährwurzel eingedrungen ist und zum Haustorium ausgebildet wird, entwickelt sich von dem außerhalb der Wirthspflanze verbliebenen Theile nun, bevor noch die Haustorialbildung fertig ist, etwa ein Fünftel zu einer knolligen, dem Haustorium direkt aufsitzenden Bildung, welche zum Erzeuger der Stamm- und Wurzelvegetationspunkte des Schmarotzers wird. Aus dieser knolligen Anschwellung entstehen nämlich sowohl die oberirdischen Achsen, als auch die secundären Saugapparate, welche neue Nährwurzeln, also auch solche benachbarter Pflanzen ergreifen können.

Der übrige Theil des Keimfadens, der dem Samen das gesammte Reservematerial entzogen hat und nicht zu der erwähnten Knollenbildung verbraucht worden ist, vertrocknet in den meisten Fällen; manchmal allerdings entwickelt er sich zu secundären Knollen. Dadurch bekommt die Knolle des Parasiten einen freien Gipfel und an diesem entstehen endogen (gewöhnlich aus der 4. Zellenlage) die Stammvegetationspunkte, deren Zahl von der Kräftigkeit der Nährwurzel abhängt. Gleichzeitig mit dem ersten Stammvegetationspunkte entwickeln sich auch die Wurzeln der Orobanchen, welche in sehr bedeutender Menge an dem unteren, dem primären Haustorium ansitzenden

Theile der Knolle entstehen, ja diesen Theil gradezu vollständig bedecken und oft noch an dem oberen Theile, also bis zur Basis des jungen Sprosses gefunden werden.

Die Wurzeln werden oberflächlich (meist in der 2. oder 3. Zellenreihe der Knolle) und vollkommen unabhängig von dem trachealen System des Mutterorgans angelegt. Diese Bildungsweise entspricht also ebensowenig wie die der Stammvegetationspunkte dem dikotylen Entwicklungstypus. Das scharf ausgeprägte Dermatogen entbehrt jeder auf eine Wurzelhaube hindeutenden Theilung. Bricht die junge Wurzel aus der Knolle heraus, so haften an ihrer Spitze, in mehr oder weniger isolirtem, abgestorbenem Zustande die durchstoßenen Zellen der Epidermis und der ersten Rindenlagen des Mutterorgans und bilden auf diese Weise einen Schutz, den sonst die Wurzelhaube gewährt.

In den meisten Fällen wird bei der Kürze der Wurzeln (die z. B. bei O. ramosa und speciosa nicht über 5 cm lang werden) dieser Schutz genügend sein; andrerseits kann aber auch noch die Dermatogen und bisweilen selbst noch die erste Periblemschicht durch Absterben und Verborken zur Bildung einer Schutzlage herangezogen werden.

Bei Erreichung einer phanerogamen Nährwurzel legt sich die Parasitenwurzel fest an und dringt durch direktes Einwachsen einer Zellengruppe in das Nährgewebe ein.

Die Zellengruppe bildet sich zum secundären Haustorium aus, wobei ein Zellstrang, der meist aus Tracheïden besteht, durch dieses secundäre Haustorium hindurch von dem Gefäßbündel des Wirthes bis zu dem axilen Bündel des Mutterorganismus des Haustoriums sich hinzieht. Eine Ausbildung von Stammvegetationspunkten ist an den Wurzeln von Orobanche nie beobachtet worden.

Wenn die junge Parasitenknolle die Größe einer Erbse erreicht hat, erlischt die Theilungsfähigkeit der Zellen bis auf einen, an den der höheren Gewächse erinnernden Cambiummantel; ebenso verhalten sich die Gewebe der stärkeren, seitlichen Haustorien. Die ganze Knolle erscheint von einem wirren Netz trachealer Stränge durchzogen. Regelmäßig wird der Bau nur an den Stammvegetationspunkten, unter deren Scheitel 8—10 dicotylisch kreisförmig gestellte Procambiumstränge sich zeigen, die sich an die aus den Haustorien kommenden, trachealen Stränge anlegen. Der Kugelabschnitt der Knolle, in welchem diese Vereinigung erfolgt, erscheint somit als Stammbasis des Blüthenstandes. Sind mehrere Blüthenstände da, so entsprießen dieselben unter Verschmelzung der Procambiumstränge zu einem einzigen derselben Basis, oder (bei successiver Anlage) schwillt ihre Basis zu secundären Knollen an. Da auch diese wieder Wurzeln bilden, welche eindringen, so kann sich, falls der Centralwurzelstock zu Grunde geht, jede secundäre Knolle als selbständiges Ganze weiter entwickeln.

Secundäre Knollen können sich aber auch dadurch entwickeln, daß kurze Zeit nach der Anlage der Primärknollen das übrig bleibende Ende des Keimfadens nicht zu Grunde geht, sondern noch einmal anschwillt und sich mit selbständigen, oberirdischen Vegetationspunkten ausbildet. In einigen Fällen (O. speciosa und racemosa) kann selbst bisweilen das in der Samenschale gewöhnlich verbleibende und zu Grunde gehende Plumularende zur Knollenbildung gelangen; es mag dies wohl nur bei schneller und reicher Ernährung des jugendlichen Parasiten möglich sein.

ist. Das eigentliche obere (plumulare) Ende des kleinen Embryo, das gar keine morphologische Gliederung zeigt, bleibt im Sameneiweiß stecken. Das fadenförmige Keimgebilde zeigt, so lange es noch außerhalb der Nährwurzel ist, mit seiner epidermal abgeschlossenen Spitze wellenförmige Biegungen. Wird die Nährwurzel erreicht, so erfolgt der Eintritt, der durch papillöse Auswüchse der Epidermis des Parasiten angebahnt wird. Alsbald sieht man ein Stück des fädigen Keimgebildes in der Rinde der wenig gestörten Nährwurzel; dasselbe dringt nun in die Mitte der Wurzel oder streift auch blos deren Gefäßstrang, um zwischen ihm und dem Weichbast hindurch zu gehen und mit dem Eintreten in die der ersten Eingangsstelle des Schmarotzers entgegengesetzte Rindenparthie zu endigen. Es vollzieht sich dabei stets eine organische Verschmelzung der Zellen des Parasiten mit den Gefäß- und Weichbastelementen der Nährwurzel.

In Folge dieser Verschmelzung fängt das Keimgebilde an, sich zu verdicken und wird innerhalb der Nährwurzel zum primären Haustorium; die Epidermis des außerhalb gelegenen Theiles verkorkt. Die nach innen gewendete Spitze des Haustorialkegels sendet nun ihre Zellen reihenweis in das Gefäßbündel oder die Rinde des Wirthes. Bei den stärkeren Nährwurzeln stellt sich, von der Cambiumzone ausgehend, durch den Reiz des Parasiten eine sehr starke Zellvermehrung ein, die unter Emporhebung der Wurzelrinde zu einem scheibenförmigen, durch Cambium sich verdickenden, Ringwulst um den äußern Theil des Parasiten sich ausbildet. Die aus dieser Cambiumzone hervorgehenden, nach innen gewendeten Elemente bilden sich, besonders da, wo sie an gleichartige Zellen des Schmarotzers stoßen, zu Tracheïden aus und stellen auf diese Weise die tracheale Verbindung des Haustoriums mit dem Gefäßbündel der Nährwurzel her. Nach außen bildet der Cambiumring nur Weichbast und lockeres Parenchym, dessen verkorkende Außenlagen, wie es scheint, nach und nach abgestoßen werden.

Jetzt fängt auch das Haustorium an, Wucherungen in die Nährwurzelscheide zu treiben, indem es aus seinem dickeren, peripherisch gelegenen Theile keilförmige, dem Hauptkörper ähnlich gebaute Auswüchse aussendet, so daß der junge Parasit das Aussehn eines Backenzahnes gewinnt, wobei die Zahnwurzeln in der Achsenwucherung der Nährwurzel eingelassen ruhen.

Nachdem ein Theil des Keimfadens der Orobanche in die Nährwurzel eingedrungen ist und zum Haustorium ausgebildet wird, entwickelt sich von dem außerhalb der Wirthspflanze verbliebenen Theile nun, bevor noch die Haustorialbildung fertig ist, etwa ein Fünftel zu einer knolligen, dem Haustorium direkt aufsitzenden Bildung, welche zum Erzeuger der Stamm- und Wurzelvegetationspunkte des Schmarotzers wird. Aus dieser knolligen Anschwellung entstehen nämlich sowohl die oberirdischen Achsen, als auch die secundären Saugapparate, welche neue Nährwurzeln, also auch solche benachbarter Pflanzen ergreifen können.

Der übrige Theil des Keimfadens, der dem Samen das gesammte Reservematerial entzogen hat und nicht zu der erwähnten Knollenbildung verbraucht worden ist, vertrocknet in den meisten Fällen; manchmal allerdings entwickelt er sich zu secundären Knollen. Dadurch bekommt die Knolle des Parasiten einen freien Gipfel und an diesem entstehen endogen (gewöhnlich aus der 4. Zellenlage) die Stammvegetationspunkte, deren Zahl von der Kräftigkeit der Nährwurzel abhängt. Gleichzeitig mit dem ersten Stammvegetationspunkte entwickeln sich auch die Wnrzeln der Orobanchen, welche in sehr bedeutender Menge an dem unteren, dem primären Haustorium ansitzenden

Theile der Knolle entstehen, ja diesen Theil gradezu vollständig bedecken und oft noch an dem oberen Theile, also bis zur Basis des jungen Sprosses gefunden werden.

Die Wurzeln werden oberflächlich (meist in der 2. oder 3. Zellenreihe der Knolle) und vollkommen unabhängig von dem trachealen System des Mutterorgans angelegt. Diese Bildungsweise entspricht also ebensowenig wie die der Stammvegetationspunkte dem dikotylen Entwicklungstypus. Das scharf ausgeprägte Dermatogen entbehrt jeder auf eine Wurzelhaube hindeutenden Theilung. Bricht die junge Wurzel aus der Knolle heraus, so haften an ihrer Spitze, in mehr oder weniger isolirtem, abgestorbenem Zustande die durchstoßenen Zellen der Epidermis und der ersten Rindenlagen des Mutterorgans und bilden auf diese Weise einen Schutz, den sonst die Wurzelhaube gewährt.

In den meisten Fällen wird bei der Kürze der Wurzeln (die z. B. bei O. ramosa und speciosa nicht über 5 cm lang werden) dieser Schutz genügend sein; andrerseits kann aber auch noch die Dermatogen und bisweilen selbst noch die erste Periblemschicht durch Absterben und Verborken zur Bildung einer Schutzlage herangezogen werden.

Bei Erreichung einer phanerogamen Nährwurzel legt sich die Parasitenwurzel fest an und dringt durch direktes Einwachsen einer Zellengruppe in das Nährgewebe ein.

Die Zellengruppe bildet sich zum secundären Haustorium aus, wobei ein Zellstrang, der meist aus Tracheïden besteht, durch dieses secundäre Haustorium hindurch von dem Gefäßbündel des Wirthes bis zu dem axilen Bündel des Mutterorganismus des Haustoriums sich hinzieht. Eine Ausbildung von Stammvegetationspunkten ist an den Wurzeln von Orobanche nie beobachtet worden.

Wenn die junge Parasitenknolle die Größe einer Erbse erreicht hat, erlischt die Theilungsfähigkeit der Zellen bis auf einen, an den der höheren Gewächse erinnernden Cambiummantel; ebenso verhalten sich die Gewebe der stärkeren, seitlichen Haustorien. Die ganze Knolle erscheint von einem wirren Netz trachealer Stränge durchzogen. Regelmäßig wird der Bau nur an den Stammvegetationspunkten, unter deren Scheitel 8—10 dicotylisch kreisförmig gestellte Procambiumstränge sich zeigen, die sich an die aus den Haustorien kommenden, trachealen Stränge anlegen. Der Kugelabschnitt der Knolle, in welchem diese Vereinigung erfolgt, erscheint somit als Stammbasis des Blüthenstandes. Sind mehrere Blüthenstände da, so entsprießen dieselben unter Verschmelzung der Procambiumstränge zu einem einzigen derselben Basis, oder (bei successiver Anlage) schwillt ihre Basis zu secundären Knollen an. Da auch diese wieder Wurzeln bilden, welche eindringen, so kann sich, falls der Centralwurzelstock zu Grunde geht, jede secundäre Knolle als selbständiges Ganze weiter entwickeln.

Secundäre Knollen können sich aber auch dadurch entwickeln, daß kurze Zeit nach der Anlage der Primärknollen das übrig bleibende Ende des Keimfadens nicht zu Grunde geht, sondern noch einmal anschwillt und sich mit selbständigen, oberirdischen Vegetationspunkten ausbildet. In einigen Fällen (O. speciosa und racemosa) kann selbst bisweilen das in der Samenschale gewöhnlich verbleibende und zu Grunde gehende Plumularende zur Knollenbildung gelangen; es mag dies wohl nur bei schneller und reicher Ernährung des jugendlichen Parasiten möglich sein.

Im Allgemeinen waltet aber immer der Entwicklungsmodus vor, welcher dem der bei der bald zu besprechenden Cuscuta stattfindenden Entwicklung entgegengesetzt ist, indem sich hier das Radicularende des Embryo entwickelt und das Plumularende zu Grunde geht, während bei Cuscuta der umgekehrte Fall sich zeigt.

Die Schnelligkeit der Ausbildung des Parasiten hängt von der Kräftigkeit der Nährpflanzen ab. Unter sehr günstigen Ernährungsbedingungen zeigte sich bei Orobanche ramosa, die 4 Wochen nach der Aussaat in's Land gepflanzt worden, schon 2 1/2 Monat nach dem Auspflanzen der Eintritt der Blüthenperiode; O. speciosa brauchte 14 Tage länger. Bleiben die Nährpflanzen in Töpfen, so verzögert sich die Blüthenperiode um 4—6 Wochen. Spätaussaaten auf Vicia Faba, die im Kalthause überwinterten, zeigten eine oberirdische Produktion gar nicht, nur bei Untersuchung der Wurzeln fand sich der Parasit nach 5 Monaten in einem Entwicklungsstadium, das er sonst binnen 5 Wochen erreicht.

Bei der Saubohne (Vicia Faba) macht sich der Einfluß des Parasiten im gelindesten Falle dadurch geltend, daß die Vegetationszeit der Nährpflanze um 3 bis 4 Wochen verlängert wird; bei stärkerer Inanspruchnahme durch den Schmarotzer wird auch der Wuchs beeinträchtigt. Hanf, der mit O. ramosa besäet worden, gelangte in günstigeren Fällen bei halber Stengelhöhe immerhin noch zur Blüthen- und Fruchtbildung; bei stärkerer Entwicklung des Parasiten, der viele Blüthenstände dann treibt, wurden die Pflanzen nur 0,5 m hoch und zeigten die Blüthenentwicklung vollkommen unterdrückt. Die O. speciosa A. Dietr., die Garke in seiner Flora zu O. pallidiflora W. et Gr. zieht, richtet nach der Angabe von Lojacono[1]) auf den Saubohnenfeldern in Sicilien arge Verwüstungen an. O. ramosa wurde übrigens von Koch auch mühelos auf Vicia Faba erzogen. Es geht aus diesem Beispiele schon hervor, daß die Orobanchen nicht streng an bestimmte Nährpflanzen gebunden sind. Bouché beobachtete die Orobanche Hederae lange Zeit auf den Wurzeln von Conyza und von Pelargonium zonale. Stein[2]) hat in neuerer Zeit zur Lösung der Frage, ob die als verschiedene Arten beschriebenen Orobanchen vielleicht nur durch den Einfluß der Nährpflanzen bedingte Formen einer Art seien, größere Aussaatversuche gemacht. Er säete 10 Orobanch-Arten auf Pelargonium zonale und hat nach den bis jetzt veröffentlichten Resultaten gesehen, daß die Arten ihren verschiedenen Charakter trotz der gleichen Nährpflanze beibehalten. Wenigstens gilt dies zunächst für 4, bisher zur Blüthe gelangte Arten, unter denen O. minor sich befindet. Als ein abweichendes, wahrscheinlich durch

---

[1]) Michele Lojacono; Osservazioni sulle Orobanche etc. cit. Bot. Jahresb. 1880. II. S. 705.

[2]) Stein: Orobanche minor auf Pelargonium zonale. Jahresb. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1882. S. 225.

Zufall hervorgebrachtes Aussaatresultat ist zu erwähnen, daß Caspary[1]) die O. pallidiflora W. et Gr., welche er von Cirsium oleraceum geerntet, auf dieses Cirsium und C. arvense aussäete, aber nur, trotz sonst gleicher Bedingungen auf ersterer Art den Schmarotzer erzog. Wenn wiederholte Versuche dies Resultat bestätigen sollten, dann würde man von einzelnen Arten doch ein Festhalten an ganz bestimmten Nährpflanzen annehmen müssen.

Außer der eben genannten, auch auf Carduus acanthoides schmarotzend gefundenen Orobanche pallidiflora, die eine gelblichweiße, mit röthlichen Nerven durchzogene Blumenkrone besitzt, wären noch aufzuzählen als in Deutschland wild vorkommende Arten: O. Rapum Genistae Thuill. mit hellröthlich-brauner oder fleischfarbiger Blumenkrone auf Sarothamnus scoparius; ferner mit ocherfarbiger Blumenkrone sind zu erwähnen O. procera Koch (O. pallidiflora var. Cirsii Aschrs) auf Cirsium arvense, oleraceum, heterophyllum, palustre und rivulare; O. caryophyllacea Sm. mit hellgelber bis dunkelbrauner Krone wächst auf Galium; O. Epithymum Dc. mit gelblicher, purpurroth überlaufener Blumenkrone und O. Teucrii F. Schultz mit dunkelroth-violetten Blumen kommen auf Thymus Serpyllum vor; O. rubens Wallr., mit gelblicher oder brauner Blume, ist schädlich durch ihr Vorkommen auf Medicago falcata und M. sativa, der Luzerne. Auf Picris hieracioides wird O. Picridis F. Schultz angegeben; auf Artemisia campestris wächst O. loricata Rchb.; auf Centaurea Scabiosa fand man O. elatior Sutt. Letztgenannte Nährpflanze beherbergt auch O. Kochii F. Schultz, die aber auch auf anderen Nährpflanzen, wie z. B. auf Anthericum ramosum vorkommt. Dem Klee (Trifolium pratense und medium) gefährlich wird O. minor Sutton, die besonders in Thüringen und der Rheingegend häufig auftritt und wegen ihrer Schädlichkeit den Namen „Kleeteufel" erhalten hat. Nach Nobbe befällt der Schmarotzer auch die Weberkarde (Dipsacus Fullonum). Wie häufig der Parasit auftreten kann, ergiebt sich aus einer Notiz von Wentz[2]), der in der Mehlemer Gegend 1—5 Stück Orobanchen pro □Fuß beobachtete und der Mittheilungen aus der Gegend von Cleve anführt, in welcher der zweite Kleeschnitt durch den Schmarotzer ruinirt worden ist. Bei der großen Zahl von Samen (Wentz sah bis 70 und 90 Samenkapseln mit je durchschnittlich etwa 1500 Samenkörnern an einer Pflanze) ist es wohl denkbar, daß die sonst auf kleine Heerde beschränkten Orobanchen ein Feld voller Nährpflanzen, wie die Kleeschläge darstellen, überziehen können.

Bei allen gefährlichen Ausbreitungen der Orobanchen wird die Verhinderung der Samenbildung als hauptsächlichstes Bekämpfungsmittel gelten, da die Ausbreitung durch Sprossung eine langsame und durch Ausstechen leicht zu verhindernde ist.

O. Hederae Dub. kommt am Mittelrhein auf Epheu vor; O. amethystea Thuill., welche der O. minor sehr ähnlich, wird von Garke auf Eryngium campestre angegeben. Derselbe Autor, dem wir auch in der Abgrenzung der Arten folgen, erwähnt noch O. Cervariae Suard. auf Peucedanum Cervaria, Libanotis montana und wahrscheinlich auch auf Medicago sativa und Coronilla varia. O. coerulescens Stephan mit bläulicher Blumenkrone schmarotzt auf Artemisia campestris.

Zu unterscheiden davon ist O. coerulea Vill., welche amethystfarbene Blumen hat und zur Gattung Phelipaea gehört; sie wird meist auf Achillea Millefolium gefunden;

---

[1]) Caspary: Orobanche pallidiflora W. et. Gr. Schriften d. phys.-ökon. Ges. Jahrgang. XII. S. 93.

[2]) Wentz: Die zunehmenden Verwüstungen von Kleefeldern durch den Kleeteufel, Orobanche minor. Wochenbl. des landw. Ver. im Großherzogthum Baden. 1876 Nr. 13.

ebenfalls auf Artemisia campestris werden eine Phelipaea arenaria Walp. und eine O. bohemica Cël.[1]) angegeben. Die gefährlichste Phelipaea ist Ph ramosa C. A. Mey., der Hanftod. Die Pflanze wird nur 10 bis 30 cm hoch und entwickelt von Juni bis August ihre bläulichen oder auch weißen Blumen. Während die andern Orobanchen mit Ausnahme von O. procera eine mehrjährige Lebensbauer besitzen, ist der Hanftod einjährig; er kommt außer auf Hanf auch auf Tabak und Nachtschatten vor und kann nur durch Jäten vor der Samenreife bekämpft werden. Wenn erst reifende Kapseln mit geerntet werden, ist, wenigstens in Tabak bauenden Distrikten, kein Tabaksamen von befallenen Feldern zur Aussaat zu verwenden, da bei der schweren Trennung der Samen sicher der Schmarotzer wieder mit ausgesäet werden dürfte. Wenn das Jäten vernachlässigt worden und es stehen nach der Ernte noch die samentragenden Pflanzen, dann dürfte es rathsamer erscheinen, die Pflanzen unberührt zu lassen und die Stellen abzubrennen, da durch die Berührung die reifen Samen ausgeschüttelt werden. Nobbe[2]) führt eine Orobanche lucorum A. Br. auf der Berberitze (Berberis vulgaris) und der Kratzbeere (Rubus fruticosus) an.

Baillon[3]) berichtet, daß in mehreren persischen Provinzen im Jahre 1879 die ebenfalls bläulich blühende Phelipaea aegyptiaca Walp. (Orobanche Delilii Dcsn.) in den Melonenpflanzungen außerordentlichen Schaden angerichtet hat. Dieser Schmarotzer, der auch in Syrien und Armenien, sowie in Tunis vorkommt, befällt nicht blos die Curcurbitaceen, sondern auch Brassica und andere Cruciferen, die Baumwollenstaude u. A. m.

Es mag hier auch eine Notiz von Decaisne[4]) Platz finden, wonach Striga coccinea auf Isle de France eine schädliche Einwirkung auf den Mais haben soll. Ferner soll nach Crüger die Alectra (Glossostylis) brasiliensis die Zuckerrohrwurzeln tödten.

In Beziehung auf embryonale Entwicklung schließt sich an die Orobanchen der Fichtenspargel (Monotropa Hypopitys L.), der mit Pirola zusammen eine eigene, den Ericaceen verwandte Familie bildet, eng an. Nach L. Koch's[5]) Untersuchungen stellt der aus 9 Zellen nur aufgebaute Embryo das unvollkommenste Keimgebilde der höheren Gewächse dar. Die wenigen Zelltheilungen, welche zur Embryobildung führen, folgen dem Dicotylentypus, so daß man den Keimling des Fichtenspargels als ein auf den allerersten Entwicklungsstadien stehengebliebenes Gebilde bezeichnen kann. Ob die Pflanze wirklich parasitisch ist, wird sich wohl erst durch Keimungsversuche feststellen lassen. Die anatomischen Untersuchungen größerer Exemplare haben zu widersprechenden Ergebnissen geführt. Während Chatin[6]) angiebt, daß die Pflanze in der Jugend parasitisch lebe, im späteren Alter aber von zersetzter Pflanzen-

---

[1]) Bot. Jahresb. 1879. II. S. 378.

[2]) Handbuch der Samenkunde 1876 S. 470.

[3]) Baillon: Sur un parasite qui detruit les Melons. Bull. mens. de l. Soc. Lin. de Paris. Fevr. 1880, cit. bot. Centralbl. 1880 S. 231.

[4]) S. Graf Solms-Laubach a. a. O.

[5]) L. Koch: Die Entwicklung des Samens von Monotropa Hypopitys L. Pringsheim's Jahrb. XIII. Heft 2. Berlin 1882.

[6]) Chatin: Anatomie comparée. Paris 1856—65.

substanz sich nähre, hält Graf Solms-Laubach[1]) sie für durchgängig saprophytisch. Drude[2]) glaubt bestimmt, eine wirklich parasitische Verbindung beobachtet zu haben, was Kamieński wiederum bestreitet. Letzterer Beobachter erklärt die von Drude gezeichnete Verbindung zwischen Fichtenspargel und Tannenwurzel für eine, durch einen Pilz hervorgerufene Hypertrophie der Nadelholzwurzeln, welche mit den Monotropawurzeln dicht zusammengeflochten sind und denselben sehr ähnlich sehen. Das Mycel des Pilzes umschließt die Fichtenspargelwurzeln gänzlich bis auf einige zerstörte Zellen der Wurzelhaube, welche ungedeckt bleiben. Dieser Fall zeigt sich immer und in allen Bodenarten. Da der Pilz in die Wurzeln nicht eindringt und diese gesund bleiben, so ist jener nicht als Parasit, sondern wahrscheinlich als ein Begleiter aufzufassen, der die Nahrungsaufnahme aus dem Boden vermittelt (Mycorhiza); es kommt nämlich thatsächlich keine gesunde Wurzelparthie der Monotropa mit dem Humus in direkte Beziehung.[3]) Die Pflanze kommt übrigens nicht blos auf Nadelhölzern, sondern auch auf Laubholzgattungen, wie z. B. Buchen vor; auch Lathraea Squamaria bewohnt gern Buchen, sowie Hainbuchen, Haselnüsse und Erlen. Nach den vorstehenden Angaben erscheint Monotropa als eine Pflanze, die als Uebergangsform zwischen Parasiten und Humusbewohnern anzusehen ist; es ist nur eben eine andere Uebergangsform als die Rhinanthaceen darstellen. Eine so innige Berührung, wie sie zwischen dem Fichtenspargel und der Wirthswurzel besteht, kann nicht ohne Stoffaustausch der einander berührenden Gewebe bleiben. Daß die Wurzeln aus dem Humus die Hauptstoffmenge aufnehmen, dürfte unzweifelhaft sein. Sehen wir doch bei anderen Humusbewohnern, die ohne Wirthspflanze wachsen, wie bei Epipogum aphyllum, bei Corallorhiza innata R. Br. überhaupt keine wirklichen Wurzeln, sondern nur haarähnliche Papillen aus den unterirdischen Achsentheilen hervorsprossen und die Nahrungsaufnahme übernehmen. Hofmeister bezeichnet solche saprophytische Gewächse als „Pseudoparasiten". Bei der verwandten Neottia Nidus avis Rich. ist ein Adventivwurzelsystem ausgebildet und wie Wiesner nachgewiesen[4]), auch schon eine geringe Menge von Chlorophyll ebenso wie bei den Orobanchen enthalten.

Von diesen letztgenannten Orchideen erinnern also Epipogum und Corallorhiza mit ihren wurzellosen Achsen am meisten an Orobanche, bei der wir gesehen haben, daß der Plumulartheil zu einem knolligen, Saugfortsätze

---

[1]) Gr. Solms-Laubach: Bau und Entwicklung der Ernährungsorgane parasitischer Phanerogamen. Pringsheim's Jahrb. 1868.

[2]) Drude: Die Biologie von Monotropa Hypopitys und Neottia Nidus avis. Göttingen 1873. Gekrönte Preisschrift.

[3]) Kamieński: Die Vegetationsorgane der Monotropa Hypopitys L. Bot. Zeit. 1881. S. 457.

[4]) Bot. Zeit. 1871. S. 619.

aussendenden Organe sich umbildet. Solms-Laubach[1]) betrachtet diesen Knollenkörper als ein weder als Wurzel noch als Stamm aufzufassendes Organ und nennt es einen Thallus. Seine vergleichenden Untersuchungen führen ihn zu dem Schlusse, daß alle phanerogamen Schmarotzer solche den Thallophyten analoge Vegetationskörper besitzen und sich somit den kryptogamen Parasiten nähern.

Von den tropischen Schmarotzern schließen sich die Balanophoren durch ähnliche Knollenbildungen am nächsten an die Orobanchen an. Auch hier zeigt das Holz der Nährpflanze an der Knollenbasis ein wucherndes Wachsthum um den Parasitenthallus herum. Die Gefäßbündel desselben mit ihren Trachealelementen finden mit denen der Nährwurzel reichliche Verbindung. Bei Rhopalocnemis[2]) ist der Thallus ein oft kinderkopfgroßes, knollenartiges, runzlig-grubiges Gebilde. Die in der Parenchymmasse verlaufenden, theilweis sehr kurzen Gefäße erscheinen innig zwischen die der Nährpflanzen eingelagert.

Die Gattungen Rafflesia und Brugmansia besitzen auch einen in der Rinde lebenden Thallus, von dem aus Saugorgane ins Nährholz hinein zu verfolgen sind. Unter den andern Rafflesiaceen ist Pilostyles Hausknechtii durch einen mycelähnlichen, strangförmig getheilten Thallus ausgezeichnet, während Cytinus Hypocistis L. einen kuchenförmigen Thallus besitzt. Ueber die vorerwähnte, in den Gebirgen Syriens und in Kurdistan auf mehreren dornigen Astragalus-Arten (A. leiocladus Boiss., florulentus B. et Hauskn., myriacanthus B. et H.) vorkommende Pilostyles giebt Solms-Laubach[3]) interessante Beobachtungen, welche die Aehnlichkeit der Vegetationsorgane dieses phanerogamen Schmarotzers mit einem Pilzmycel ganz besonders hervorheben. Die Blüthensprosse dieses Parasiten treten nämlich ausschließlich auf den Basalstücken der Blätter der Nährpflanze auf; die scheibige Blattbasis ist vergrößert, meist weißfilzig behaart und trägt jederseits ihrer Mediane auf der Rückenfläche eine Blüthe auf einer beulenartigen Anschwellung. Die Beule zeigt eine polsterförmige, unregelmäßige, dem Parasiten angehörige Gewebemasse, das charakteristisch gelb gefärbte Floralpolster, welches die Blüthenknospe trägt und im Mesophyll des hypertrophirten Blattgrundes der Nährpflanze eingebettet liegt. Von diesen Floralpolstern verlaufen lange, bandartige Fortsätze in das Rindenparenchym des Nährsprosses. Anscheinend ist jedes Floralpolster ein selbstständiger Parasit, da man in älteren Pflanzen nicht leicht eine Verbindung der Polster untereinander wahrnehmen kann. Indeß deutet der Umstand, daß manche Nährpflanzen nur männliche, andere nur weibliche Parasitenblüthen tragen, doch auf eine wahrscheinliche Zusammengehörigkeit der einzelnen Floralpolster hin. Thatsächlich fand nun auch Solms-Laubach in den Spitzen von Astragalus rhodosemius Boiss. et Hauskn. einen fädigen Thallus, welcher einem Uredineenmycel ähnlich, die sämmtlichen Gewebe des Nährsprosses durchzog und die Floralpolster untereinander verband. Von der Spitze des Sprosses abwärts sieht man das Mycel in demselben Grade, wie das Nährparenchym sich weiter entwickelt, undeutlicher werden und fast völlig verschwinden.

Bei der in Java vorkommenden, in den langen Wurzeln von Cissus papillosa Bl.,

---

[1]) Solms-Laubach: Das Haustorium der Loranthaceen und der Thallus der Rafflesiaceen und Balanophoren, cit. Bot. Jahresb. 1875. S. 421.

[2]) Göppert: Zur Kenntniß der Balanophoren, insbesondere der Gattung Rhopalocnemis Jungh., cit. Bot. Zeit. 1849, S. 654.

[3]) Solms-Laubach: Ueber den Thallus von Pilostyles Hausknechtii Boiss. Bot. Zeit. 1874, S. 49.

schmarotzenden Brugmansia Zippelii Bl. haben die Senkerfäden des Thallus unregelmäßige Wucherungen, die gleichzeitig mit dem Nährholz entstehen und bei weiterem Dickenwachsthum der Wurzel von neuen Holzmassen überlagert werden.[1]) Diese Umlagerung der Senker eines Schmarotzers von den nachwachsenden Holzlagen des Nährzweiges, die dadurch scheinbar von den Saugorganen des Parasiten durchwachsen werden, finden wir sehr ausgeprägt in der Familie der

## 3. Loranthaceen.

Bei uns nur von untergeordneter Bedeutung, in Südeuropa dagegen als wirkliche Plage der Bäume auftretend, zeigen sich die Glieder der Familie der Loranthaceen, von denen wir hier als Beispiel das einzige in Norddeutschland vorkommende, holzige Schmarotzergewächs, die Mistel (Viscum album L.) auswählen.

Die Mistel zeigt sich in ganz Deutschland in den Ebenen und niederen Gebirgen auf mehr als 50 verschiedenen Bäumen und Meyen behauptet, daß sie auf allen bei uns vorkommenden Baumarten sich ansiedeln kann. Sehr selten scheint sie auf Eichen zu sein. Der Schmarotzer zeigt je nach seiner Nährpflanze einen verschiedenen Habitus und Solms-Laubach beobachtete in dieser Beziehung, daß die Pflanze nirgends schwächlicher und schmalblättriger als auf der Kiefer erscheint und nirgends üppiger und mit größeren Blättern versehen ist, als auf der Schwarzpappel. Auch pflegen die Samen der Pflanzen, welche auf Nadelhölzern wachsen, nur einen einzigen, dagegen diejenigen, welche von Laubholzbewohnern stammen, mehrere Keimlinge zu enthalten. In verschiedenen Gegenden hat die Mistel sich verschiedene Bäume zum Lieblingsaufenthalt gewählt; so wächst sie in der Rheinprovinz besonders häufig auf Apfelbäumen, in der Mark fast ausschließlich auf Kiefern, in Preußen nach Caspary auf Pappeln; in Thüringen und im Schwarzwald ist sie vorzugsweise in den Wipfeln der Weißtanne beobachtet worden.

Wenn man die Rinde der Nährpflanze abschält, um zu sehen, mit welchen Organen die Mistelpflanze festsitzt, so sieht man am Cambiumringe des Baumes grüne Adern, die sogenannten Rindenwurzeln der Mistel, welche der Längsrichtung des Nährastes parallel gehen. An einzelnen Stellen solcher älteren Rindenwurzeln haben sich Adventivknospen gebildet, welche zu jungen, grünen Büschen sich ausbilden. Die äußerste Rindenschicht dieser Wurzeln, welche kaum als Epidermis aufgefaßt werden kann, haftet fest an dem Gewebe der Nährpflanze; nur die Zellen der Wurzelspitze haften noch nicht an; sie sind, soweit sie die Oberfläche der Spitze, also etwa die Region der Wurzelmütze darstellen, haarförmig ausgewachsen und machen dadurch die Wurzelspitze pinselförmig.

---

[1]) Solms-Laubach, Graf zu: Die Entwicklung der Blüthe von Brugmansia Zippelii Bl. und Aristolochia Clematitis L. Bot. Zeit. 1876, S. 449.

An der Unterfläche der Rindenwurzeln sieht man keilförmige, nach dem Centrum des Nährzweiges gerichtete Organe, die, den Haustorien der anderen Schmarotzer entsprechend, hier **Senker** genannt werden; ihre Spitze sitzt im Holz des Nährzweiges, ihre breitere Basis im Cambium desselben. Die je nach ihrem Alter verschieden dicken Senker sind innerhalb des Holzes der Nährpflanze parenchymatisch bis auf die in den jüngsten Jahresringen liegenden Theile, in denen netzartig verdickte Gefäßzellen auftreten, welche vom Centrum nach der Peripherie des Senkers bogig verlaufende Stränge bilden. Diese Gefäßstränge legen sich an die Gefäße des Nährzweiges oder bei Nadelhölzern an deren Holzzellen an. Wenn man auf den ersten Blick die älteren Senker in den Holzkörper eingekeilt sieht, so kann man glauben, daß dieselben die Holzmasse gespalten haben. In Wirklichkeit kann dies der weiche Senker, der im ersten Jahre nicht einmal Gefäße bildet, nicht ausführen; er gelangt vielmehr passiv in den Holzkörper. Die Basis des Senkers besteht aus jugendlichen, zu Neubildungen fähigen (meristematischen) Zellen. Durch Vermehrung derselben streckt sich diese Basis in dem Maße, als der Cambiumring des Nährzweiges nach außen rückt, so daß die in Vermehrung begriffenen Zellen von Nährpflanze und Senker stets in einer Ebene bleiben. Die aus dem Cambium des vorigen Jahres hervorgegangene Holzschicht des Nährzweiges legt sich auf diese Weise um den gedehnten Senker herum; der Vorgang wiederholt sich mehrere Jahre hindurch, so daß dadurch endlich der ältere Senker von Holzlagen eingeschlossen erscheint. Man sieht hieraus, daß die Spitze des Senkers am Anfange des vorhandenen Holzes fest stehen bleibt und sich nicht eingräbt, sondern das neue Holz sich alljährlich gleichsam an dem sich rückwärts verlängernden Senker hinaufschiebt.

Mit der Zeit hört ein Senker zu wachsen auf, d. h. seine Meristemzone an der Basis geht in Dauergewebe über; es kann sich somit der Senker nicht mehr wesentlich verlängern und in Folge dessen auch der Nährzweig keine neuen Holzschichten um ihn herum ablagern; Letzterer stirbt an dieser Stelle ab, wodurch nun auch der Tod des Senkers herbeigeführt wird. So entstehen die trockenen Gewebestellen „**Krebsstellen**“ am Aste, deren Zahl mit dem Aufhören des Wachsthums der nächst jüngeren Senker stetig wächst und welche vom lebenskräftigen, benachbarten Gewebe des Nährastes mit Ueberwallungsrändern umgeben werden.

Die Fortpflanzung der Mistel von einem Baum auf den anderen geschieht ausschließlich durch Samen, wenn man nicht etwa des Versuchs wegen eine Zweigspitze des Schmarotzers in den Spalt eines Nährastes künstlich einbringt, also Stecklinge macht, welche fortwachsen sollen.[1]) Der Same entwickelt sich im Herbste aus der im Frühjahr auftretenden Blüthe. Nach

---

[1]) **Meyen**: Pflanzenpathologie, S. 84.

Pitra[1]) zeichnen sich diejenigen von ihnen, welche zwei Keimlinge bergen, durch ihre flache, herzförmige Gestalt aus, während die nur einen Keim einschließenden Samen länglich bis ellipsoidisch sind. Der Keimling wird vom Sameneiweiß bedeckt mit Ausnahme des Würzelchens, welches bis auf die Oberfläche des Samens ragt und, nur durch ein feines, weißes Häutchen geschützt, direkt unter der klebrigen Masse der Beere liegt. Das Sameneiweiß enthält in seinen ziemlich großen Zellen, deren Wandungen gegen den Keimling hin sehr dünn sind, Stärkemehl und Chlorophyll. Der Keimling besitzt zwei Cotyledonen und ein ziemlich langes Stengelchen, dessen Achse durch ein in die Cotyledonen sich fortsetzendes Gefäßbündel gebildet wird. Das Einsaugen der im Sameneiweiß gespeicherten Reservenahrung findet durch die Oberfläche der Samenlappen selbst statt. Die Parenchymzellen derselben sind denen des Eiweißkörpers sehr ähnlich und bilden keine Epidermis; dagegen ist das dunklergrüne Stengelchen durch dickwandige Epidermiszellen von der Umgebung abgegrenzt. Wenn der Same keimt, wozu er natürlich nicht erst, wie der Volksmund behauptet, durch den Magen der Vögel gehen muß, wird durch Streckung des Stengelchens unterhalb der Cotyledonen das Wurzelende hervorgeschoben. Das freie, sich kopfförmig verdickende, weißliche Wurzelende sucht nun, vom Lichte sich abwendend, nach einer Unterlage, wobei sich das Stengelchen nach Bedürfniß krümmt. Ist das kopfförmige Wurzelende auf einen Zweig gelangt, wo es durch seine klebrige Außenfläche festgehalten wird, fangen die Ränder dieses Köpfchens an, stärker auszuwachsen, werden dabei faltenartig flach und legen sich dicht an die Oberfläche des Zweiges an. Nun schwinden aus dem sich anschmiegenden Theile des Köpfchens das Stärkemehl und Chlorophyll fast gänzlich; dafür verlängern sich die Epidermiszellen des der Nährrinde anliegenden Theiles beträchtlich und kitten sich vermittelst einer Masse fest, die wahrscheinlich durch die Auflösung der Cuticularmembran der Epidermiszellen entsteht.

Im Innern des Köpfchens geht unterdeß die Bildung der eigentlichen Wurzel vor sich. Dieselbe entsteht durch die Umwandlung des centralen Gewebes des Köpfchens und bildet gleichsam die Verlängerung des Gefäßstranges im gekrümmten Stengelchen. Das neugebildete, kegelförmige Würzelchen im Innern des Köpfchens durchbricht nun dessen Epidermis und dringt in die Rinde des Nährorganes ein, dessen cuticularisirte Oberfläche zunächst aufgelöst erscheint. Dadurch daß jetzt auch die Intercellularsubstanz zwischen den Rindenzellen des Nährzweiges gelöst wird und diese somit gelockert sind, wird der Eintritt des Schmarotzers bedeutend erleichtert. Die Hauptwurzel

---

[1]) Pitra: Ueber die Anheftungsweise einiger phanerogamen Parasiten an ihre Nährpflanze. Bot. Zeit. 1861, S. 53. Die hier zu Grunde gelegten Untersuchungen wurden von Pitra an der Linde unternommen.

desselben wächst nun so lange fort, bis sie den Holzkörper der Unterlage erreicht hat.

Dies sind in der Regel die Erscheinungen im Sommer nach der Aussaat. Den ganzen folgenden Winter hindurch bleiben immer noch die Cotyledonen von der Samenhaut umhüllt und erst im nächsten Sommer wird der Same gänzlich zerstört; die Samenlappen vertrocknen und die Endknospe des jungen, sich aufrichtenden Stengelchens macht zwei Blätter, während von der Hauptwurzel neue Seitenwurzeln ausgehen, welche in der Nährrinde sich ausbreiten.

Aus dieser Entwicklungsgeschichte der Mistelpflanze ergiebt sich, daß als einziges Mittel gegen den Feind das frühzeitige Ausbrechen desselben anzusehen sein dürfte. Bei älteren Büschen wird mit dem Ausbrechen allein nicht geholfen sein, sondern man wird im weiteren Umkreise bis auf die älteren Holzschichten ausschneiden müssen, um die Bildung von Adventivknospen aus den Rindenwurzeln zu verhindern. Das Ausbrechen wird übrigens immer sehr vorsichtig geschehen müssen, da leicht der ganze Ast an der Ansatzstelle des Schmarotzers abbricht. [1])

Im Wachsthumsmodus von Viscum verschieden ist die Gattung Loranthus, von der namentlich die in Südeuropa vorzugsweise auf Eichen vorkommende Art L. europaeus unser Interesse beansprucht. Ein charakteristischer Unterschied besteht im Wachsthum der Spitze der Rindenwurzeln. Nach den Untersuchungen von R. Hartig [2]) wächst diese Wurzelspitze bei der Mistel wohl in der Nähe des Cambiums des Nährastes, aber nicht in demselben; sie bahnt sich vielmehr ihren Weg durch Auflösung der zarten Organe der jungen Innenrinde. Bei Loranthus dagegen entwickeln sich zwar auch, wie bei Viscum, aus der Hauptwurzel mehrere seitliche Rindenwurzeln, aber dieselben verlaufen nun im Cambium selbst oder im jüngsten Holzgewebe. Bei den von der Mistel befallenen Bäumen entwickelt nun das unterhalb der Rindenwurzelspitze liegende Cambium noch junges Rindengewebe und dieses drängt allmählich die älteren, die Schmarotzerwurzeln eingebettet enthaltenden Rindenlagen immer mehr nach außen, bis dieselben der Borkenbildung verfallen und mit sammt ihren Schmarotzerwurzeln absterben. Dieses Absterben zieht auch den Tod der Senkerwurzeln, also der eigentlichen Saugorgane, nach

---

[1]) Aehnlich dem Eindringen der Mistel gestaltet sich auch dieser Vorgang bei anderen Loranthaceen nnd nach Karsten*) auch das Eindringen des Keimwürzelchens von Clusia und den parasitischen Ficus-Arten.

[2]) R. Hartig: Zur Kenntniß von Loranthus europaeus und Viscum album. Dankelmann's Zeitschr. f. Forst- u. Jagdwesen 1876.

---

*) Gesammelte Beiträge S. 225: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Loranthaceen.

sich. Die von den Längswurzeln getrennten Senker werden überwallt; das Holz in der Nähe der abgestorbenen Senker erleidet ebenfalls Veränderungen und verkient z. B. bei der Kiefer gänzlich.

Die senker- und haubenlose, keilförmige Wurzelspitze von Loranthus, die nicht wie bei Viscum mit einer, die Auflösung des Nährgewebes wahrscheinlich veranlassenden, Gallerthülle versehen ist, bahnt sich ihren Weg durch Auseinanderdrängen der jungen Splintzellen. Werden dieselben in der von der Parasitenwurzel bisher befolgten Ebene zu hart und ihr Zusammenhang zu fest, so daß sie nicht mehr gesprengt werden können, dann weicht die Loranthuswurzel; eine neue, etwas oberhalb der alten sich erhebende Spitze kehrt in einem Winkel in die Höhe nach den peripherischer gelegenen, jüngeren Splintschichten und wächst nun in denselben wiederum der Länge nach fort, bis auch hier der Splint zu alt und fest wird und die Parasitenwurzel mit ihrer bisherigen Spitze stecken bleibt. Dann bildet sich wieder auf der Oberseite der alten Spitze in der Region des ganz jungen Splintes eine neu fortwachsende Spitze. Diese Biegungsstellen der Schmarotzerwurzel erscheinen dann als treppenförmige Absätze im Holze des Nährzweiges.

Die älteren Wurzeln des Loranthus werden vom Eichenholz allmählich überwallt; jedoch ist dieser Einschluß durch die Ueberwallungsränder niemals ein vollständiger, da von den Wurzeltheilen einzelne Arme nach außen an die Rindenoberfläche des Nährzweiges wachsen und dort Adventivaugen entwickeln. Derartig entstandene Wurzelbrut erhält den Parasiten, wenn der ursprüngliche Stock zu Grunde geht. Durch den Ueberwallungsprozeß entstehen maserartige Wucherungen „Holzrosen“; Hartig beobachtete Maserknollen von der Größe eines Menschenkopfes, aus welchen die Wurzelbrutausschläge allseitig wie ebensoviel selbständige Pflanzen hervorbrachen.

Daß oberhalb der Ansatzstellen des Schmarotzers das Zweigwachsthum nachläßt oder schließlich ganz aufhört, wird nicht überraschen. Oft leidet bei den von Loranthus befallenen Eichen (Quercus Robur, pedunculata und Cerris) der Gipfeltrieb und damit das Höhenwachsthum des Baumes. Außer den Eichen erscheint nur noch Castanea vesca befallen.

Durch diese Beschränkung der Riemenblume (Loranthus) auf derartig scharf begrenzte Geschlechter dürfte die von Böhm[1]) geäußerte Ansicht erschüttert werden, daß die so nahe verwandte Mistel nur rohe Bodenlösung und keine assimilirte Nahrung der Nährpflanze entziehe. Krug äußert eine ähnliche Meinung[2]), indem er ausspricht, daß die Art der Verbindung des Schmarotzers mit der Nährpflanze sich nach dem Chlorophyllgehalt des Ersteren zu richten scheine. Chlorophyllhaltige Parasiten, von denen sich annehmen läßt, daß sie ihrem Wirthe die Nahrung in ziemlich unverarbeitetem Zustande entziehen werden, säßen dem Holzkörper fest angeheftet, während chlorophyllose, wie

---

[1]) Joseph Böhm: Ueber die Schmarotzernatur der Mistel. LII. Bd. d. Sitzungsberichte d. kaiserl. Akademie d. Wissenschaft. Wien, 30. Juni 1865.

[2]) Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde. Berlin 1872 v. 19. November.

Cytinus Hypocistis, die durch die Thätigkeit des Nährpflanzen-Cambiums sich auflagernden Holzschichten immer wieder durchbricht, um mit dem Heerde plastischer Nahrung, dem Cambium, stets in Verbindung zu bleiben. Das Verhalten von Loranthus bestätigt diese Ansicht nicht. Es ist viel eher anzunehmen, daß die Parasiten ganz bestimmte Assimilationsprodukte (in manchen Fällen vielleicht nur in minimalen Mengen oder in bestimmten Entwicklungsphasen) von der Nährpflanze beanspruchen und in denjenigen Regionen ihre Aufnahmeorgane am meisten ausbreiten, in denen die Wirthspflanze das gesuchte Assimilationsprodukt am meisten oder am leichtesten abgebbar enthält. Für diese Anschauung spricht auch das Verhalten von Loranthus im Vergleich zu Viscum. Es ist doch auffallend, daß zwei so verwandte Arten derartig streng geschiedene Nährpflanzenkreise haben. Die Mistel, die auf allen Baumarten vielleicht sich ansiedeln kann, meidet meist die Eichen.

Die Fälle, in denen Misteln auf Eichen bestimmt beobachtet worden sind, bleiben sparsam.[1]) Dies bezieht sich auch auf die zweite, vielleicht nur als Form zu betrachtende Mistelart, Viscum laxum Boiss. et R., die sich von V. album nur durch schmalere, meist sichelförmig gekrümmte Blätter und gelbliche Beeren unterscheiden soll[2]) und die in Südeuropa meist anzutreffen, von Uechtritz indeß auch in Schlesien beobachtet worden ist. Auch unsere gewöhnliche Form geht weit nach Süden.

So beobachtete sie Ascherson im Park von Miramare auf Sorbus domestica; C. Koch fand sie in Unter-Italien auf Eucalyptus globulus[3]). Auch holzige Sträucher dienen ihr als Nährpflanze, wie z. B. Rosa[4]), Azalea[5]) und selbst Pelargonium; sie wird stellenweis zum gefährlichen Baumverwüster, der sich selbst auf freiliegenden Wurzeln ansiedeln kann. Eine Angabe darüber macht Lippert[6]), der in Krain Tannenstämme fand, die mit bisweilen $^5/_4$ cm Durchmesser zeigenden Löchern übersäet waren. Die bis 12 cm tief in den Stamm hineingehenden, wie Bohrlöcher aussehenden Höhlungen waren durch das Ausfaulen der Senker der Mistelpflanzen entstanden, welche nicht nur an den Aesten und am ganzen Stamme, sondern auch an den flachstreichenden, freiliegenden Wurzeln sich vorfanden.

Die Verbreitung von Mistel und Riemenblume findet wohl am häufigsten durch die Misteldrossel (Turdus viscivorus) statt, welche nach dem Fressen die am Schnabel klebenden Beeren am Aste abstreicht. Schon seit längerer Zeit hat man künstliche Aussaaten mit Erfolg versucht[7]) und in neuerer Zeit be-

---

[1]) Vergl. Literatur über diesen Gegenstand in Gard. Chronicle 1878, II, S. 120.

[2]) Oesterr. bot. Zeitschr. 1880, S. 138.

[3]) Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, 31. März 1876.

[4]) Gard. Chronicle 1876, I, 180.

[5]) ibid., S. 148.

[6]) Lippert: Viscum album als Nutzholzverderber. Centralbl. f. d. gesammte Forstwesen v. Hempel 1878, S. 495.

[7]) Schnaase: Ueber das Anpflanzen von Viscum album durch Kunst und Natur. Bot. Zeit. 1851, Nr. 41.

ginnt, namentlich in England, die Mistel Modepflanze zu werden. Man liebt die mit Beeren besetzten Büsche auf kleinen Stämmchen zu sehen. Zu diesem Zwecke werden Samen des Schmarotzers im April und Mai auf junge Apfelbäumchen gesäet und im ersten Jahre etwas geschützt, damit der keimende Same nicht abgestoßen werde. Bei diesen künstlichen Kulturen ist die Erfahrung gemacht worden, daß die Mistelpflanze um so kümmerlicher wird, je härter das Holz der Unterlage ist.[1]) Weniger Glück hatte man bisher in der künstlichen Anzucht von Loranthus. Erst im Jahre 1870 war es im botanischen Garten zu Glasnevin bei Dublin[2]) gelungen, durch Aussaat der Beeren auf etwas gequetschte Knospen von Eichen den Parasiten zu erziehen. Der Same wurde im Januar und Februar aufgesetzt und blieb vermittelst seines gelatinösen Ueberzuges bis zum Frühjahr 1871 kleben. Nach seinem Abfallen entwickelten sich an der besäeten Stelle bald einige Loranthusblätter, die sich vergrößerten und im Herbste abfielen. Im April des Jahres 1872 erschienen etwa schon ein Dutzend Blätter an den Stellen, wo die vorjährigen gesessen hatten, so daß kein Zweifel obwalten kann, daß durch diese Art der Aussaat der Loranthus künstlich erzogen werden kann. Als Unterlage diente bei den Versuchen sowohl die gewöhnliche Eiche, als auch Quercus Cerris.

Von den Mitteln zur Vertilgung der beiden Schmarotzer im Walde wird sich wohl kaum ein anderes bewähren, als das Absägen der befallenen Aeste oder allmähliche Ausschlagen stark befallener Bäume und das gleichzeitige Abschießen der Misteldrosseln.

Von tropischen Loranthaceen erwähnt Karsten[3]) ein Viscum rubrum L. V. microstachium Karst. u. A. Eingehende Studien giebt derselbe über eine in der Gegend von Puerto Cabello gesammelte Pflanze, welche er als neue Gattung, Passowia (P. odorata) von Loranthus abtrennt. Der mit weißlich-gelben, eine Linie langen Blumen und rothen Beeren besetzte Strauch wurde auf Hura, Crescentia, Nerium, Citrus, Terminalia, Bixa, Leguminosen u. a. Holzpflanzen gefunden. Wahrscheinlich verwandt damit ist ein in Guatemala große Auswüchse veranlassender Parasit auf Crescentia und einigen andern Pflanzen. Die Auswüchse heißen „Holzrose“ (Rosa de Madera — Rosa de palo).[4]) Einen sehr interessanten Beitrag zu der Frage über die Ursachen der Immunität mancher Bäume gegen die Angriffe der Loranthaceen liefert Scott[5]) in seinen Studien über die in Calcutta als lästige Unkräuter gefundenen Loranthus longiflorus und Elythranthe globosus. Vielfach gemieden werden z. B. solche Bäume, deren Rinde dem Eindringen der Keimlinge größeren Widerstand entgegensetzt, wie die papierähnlichen Borkenlagen von Melaleuca und Metrosideros, oder wo die Rinde wiederholt abgestoßen wird, wie bei den Sterculien und Dillenien. Selten finden

---

[1]) Gard. Chronicle 1878, I, S. 83. 344. — 1876, I, 43.

[2]) Hamburger Gartenzeitung 1873, S. 108.

[3]) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Loranthaceen. Berlin 1857, Jeanrenaud.

[4]) Sitzungsber. d. Ges. naturf. Freunde vom 17. Juli 1871.

[5]) Untersuchungen über einige indische Loranthus-Arten und über den Parasitismus von Santalum album von John Scott, übersetzt von Solms-Laubach. Separatabzug.

sich ferner die Loranthuspflanzen auf Bäumen mit dichter, stark schattender, immergrüner Laubkrone, wie sie viele Spezies von Magnolia, Garcinia, Diospyros und Artocarpus besitzen. Ebenfalls selten erscheinen die Schmarotzer auf Bäumen, welche in der Regenzeit dicht belaubt, in der Trockenperiode aber laublos dastehen, wie Dillenia, Sterculia, Spondias, Erythrina und Terminalia. Wenn der sonst immergrüne Lor. longiflorus ausnahmsweise auf solchen Bäumen vorkommt, pflegt er gleichfalls seine Blätter mit denen der Nährpflanze fallen zu lassen. Wenn die Parasiten sich auf starkschattigen, immergrünen Bäumen (Mangifera, Jambosa, Mimusops, Tectona) ansiedeln, werden sie durch den Laubschatten auf die äußersten Zweigenden getrieben, wo sie sich an die Stelle der absterbenden Zweigspitzen setzen und dicke Knollen bilden. Zu den Nährpflanzen des Loranthus gehören Citrus decumana, Banisteria laurifolia, Ziziphus Jnjuba, Mangifera indica, Pirus sinensis, Ulmus virgata, Ficus nitida, religiosa u. A. Elytranthe globosus kommt z. Th. auf denselben Bäumen vor; außerdem auch auf Acer oblongum, Eucalyptus diversifolia, Achras Sapota, Chrysophyllum monopyrenum, Nerium odorum, Camphora officinarum, Morus indica, Salix tetrasperma u. A. Wenn der relativ seltene Fall einer Ansiedlung dieses Schmarotzers auf Citrus eintritt, zeigt sich eine beträchtliche Schädigung der Nährpflanze. Die Früchte werden klein, trocken und geschmacklos und es kann selbst der ganze Baum absterben.

Die den Loranthaceen systematisch nahe verwandten, und auch im Bau des Haustoriums sich eng anschließenden Santalaceen, deren wir am Anfang des Capitels bereits gedacht, sind in den Tropen durch den Sandelbaum (Santalum album) vertreten. Er verhält sich wie das beschriebene Thesium, indem er viele, ebenso wie bei Thesium gebaute, Haustorien bildet, welche zum großen Theil eine Nährwurzel nicht erreichen und funktionslos verbleiben. Der Sandelbaum ist einer von jenen Halbparasiten, welche bereits gänzlich ohne Nährpflanze gedeihen können, welche indeß die Gelegenheit benutzen, und sich anheften, wenn ihre Haustorien eine passende Nährwurzel finden. Sie gewöhnen sich in solchen Fällen derart an die Ammendienste der Nährpflanze, daß sie jahrelang trauern und kränkeln, wenn diese Nährpflanze abgehauen wird. Beispiele sehr instruktiver Art liefert Scott, der die Knöllchen des Sandelbaumes reichlich an den Wurzeln von Araliaceen (Heptapleurum venulosum) und Palmeen (Cocos nucifera, Phoenix silvestris, Caryota urens und sobolifera, Arenga saccharifera) fand; außerdem wurden als Nährpflanzen nachgewiesen Saccharum spontaneum, Bambusa auriculata und Inga dulcis.

Von den sämmtlichen phanerogamen Schmarotzern sind für unsere Kulturen am schädlichsten die

## Cuscutaceen

(Hierzu Tafel I.)

oder Seidenarten, welche mit ihren windenden Stengeln die Nährpflanzen umschlingen und an Hunderten von Punkten ansaugen. Nach den Studien von L. Koch[1]), dessen eingehende Beobachtungen wir unserer Darstellung zu Grunde legen, ist die Zahl der bekannten Cuscuta-Arten sehr groß; es finden sich 44 in Amerika, 23 in Asien, 13 in Afrika, 9 in Europa und 7 in Australien. Eigenthümlich für Amerika sind 39, für Asien 12, für Afrika 7,

---

[1]) L. Koch: Die Klee- und Flachsseide (Cuscuta Epithymum u. C. Epilinum). Untersuchung über deren Entwicklung, Verbreitung und Vertilgung. Mit 8 lithogr. Tafeln. Winter, Heidelberg 1883.

für Australien 5 Spezies, während Europa keine ihm allein eigenthümliche Art aufweisen kann.

Von den 5 in Deutschland anzutreffenden Seiden-Arten sind Cusc. Epilinum W. und C. Epithymum L. am gefährlichsten. Von Letzterer ist die Kleeseide (C. Trifolii Babingt.) als Varietät anzusehen. Die Haustorien entstehen hier reihenweise an derjenigen Seite des Stengels, die gegen die Nährpflanze sich anlegt. Dem bloßen Auge erscheint der Saugapparat als eine kleine Erhabenheit der Rinde, und in der That nimmt auch die Rinde den wesentlichsten Antheil. Ihre Epidermiszellen sind, soweit sie diese Erhabenheit bilden, haarartig verlängert (Fig. 4 e) und haften fest an der Rinde des Nährstengels. Nur die äußersten Rindenzellen am Umfange des Organs erreichen den Nährstengel nicht mehr und bilden kurze, in die Luft hinausragende, bisweilen keulenförmige Organe. Häufig kommt es vor, daß mehrere Haustorien mit einander verschmelzen und dann läßt erst der Querschnitt nach der Anzahl der Haustorialkerne (Fig. 4 hk) die Anzahl der verschmolzenen Organe erkennen. Der Kern bildet hier sammt dem Saugfortsatze (s) einen einzigen, zusammenhängenden, etwa keilförmigen Körper, der von dem umgebenden Rindenparenchym durch eine Schicht zerknitterter, in Auflösung begriffener Zellen (k) getrennt ist, dafür aber durch seinen centralen Strang schraubig verdickter Gefäßzellen (g) mit dem Gefäßbündelcylinder (c) des Cuscutastengels in Verbindung steht.

Wenn sich der Kern des Haustoriums anschickt, in die Nährpflanze einzudringen, durchbricht er zunächst die papillös ausgewachsenen Zellen der Oberhaut des Cuscutastengels und bohrt sich, indem er sich zum Saugfortsatz verlängert, durch die Epidermis und die Rinde der Kleepflanze, um sich endlich mit einem pinselartig verbreiterten Ende (p) an den Holzkörper des Nährstengels anzulegen[1]). Erreicht der Gefäßstrang des Haustoriums selbst den Holzkörper der Nährpflanze, dann ändern sich die einzelnen Gefäßzellen auf eine sehr charakteristische Weise, indem ihre Verdickungsschichten verschwinden, ihr vorderer Theil sich mannigfach ausbaucht und bisweilen büschelartige Verzweigungen bildet. Jede Ausstülpung einer so veränderten Gefäßzelle sucht nun mit den Gefäßen der Nährpflanze in Verbindung zu treten. Auf dem Klee findet man nicht selten Haustorien, die den dünnen Holzring des Stengels gänzlich durchbrechen und mit ihren haarförmig verlängerten Endzellen in das Markgewebe hineinwachsen (Fig. 4 e g).

Bei der Lästigkeit der Seide-Arten fehlt es natürlich nicht an äußerst zahlreichen Rathschlägen betreffs Vertilgung der Parasiten. Eine Aufzählung derselben dürfte weniger den Interessen des Praktikers entsprechen, als eine

[1]) Daß, wie Graf Solms-Laubach angiebt, die Bastfasern vom einbohrenden Haustorium vermieden werden, kann ich für Klee nicht bestätigen, indem man ziemlich häufig Haustorien findet, welche den Bastkörper sprengen.

eingehende Darstellung der Entwicklungsgeschichte der Schmarotzer. Durch die Erkenntniß der Wachsthumseigenthümlichkeiten wird der Leser in den Stand gesetzt, die Zuverlässigkeit der ihm empfohlenen Mittel selbst zu beurtheilen.

Die Uebereinstimmung in Bau und Entwicklung von Klee- und Flachsseide ermöglichen es, im Folgenden beide Arten gemeinsam zu besprechen. Wir wenden uns zunächst zur Keimung und Ansaugung des Parasiten.

Cuscuta Epilinum bei 10—15° C. ausgesät keimt nach vorhergehender bedeutender Vergrößerung des Samens nach etwa 5—8 Tagen, indem das keulenförmig angeschwollene Wurzelende aus der Samenschale hervorbricht und Wasser aufnimmt zur Lösung des ziemlich reich entwickelten Sameneiweißkörpers, der von dem noch zum größten Theile von der Testa eingeschlossenen, spiralig zusammengerollten Embryo aufgesogen wird. Erst wenn die sich allmählich aufrichtende Stammspitze das Sameneiweiß ganz aufgesogen, wirft sie das Korn ab.

Der fadenförmige, hier gelblich erscheinende Stammtheil zeigt bei manchen Arten an seinem nackten Scheitel zwei Höcker als Anlage der ersten schuppenförmigen Blättchen. Das abwechselnd gesteigerte Wachsthum der verschiedenen Seiten des Stengelchens (revolutive Nutation), welches bei den Schlingpflanzen das Umlegen um eine Stütze ermöglicht, ist an der Stammspitze des Keimlings auch schon wahrzunehmen. Das ungünstige Verhältniß des Cuscuta-Keimlings gegenüber nicht parasitären Schlingpflanzen besteht in der beschränkten Wachsthumszeit, die durch das Vorhalten der im Endosperm vorhandenen Nährstoffe bestimmt wird; es wird einigermaßen ausgeglichen durch den Umstand, daß das Würzelchen bald abstirbt und sein disponibles Nährstoffmaterial sowie das der unteren Stengelparthie zu Gunsten der Stammspitzenentwicklung verbraucht wird.

Wenn in Folge der kreisenden Bewegung der Keimling endlich eine Nährpflanze erfaßt hat, umschlingt er dieselbe gewöhnlich in einer der Nutationsbewegung entsprechenden Richtung, indem von rechts nach links aufsteigende, also umgekehrt wie der Uhrzeiger laufende Spiralen um den Nährstengel gelegt werden. Selten tritt ein Umwinden in entgegengesetzter Richtung ein.

Die gewöhnlich anfangs mit 3—5 engen Windungen die Nährpflanze umfassende, junge Cuscuta bildet an der Contactstelle Haustorien auf Kosten des bis zur Berührungsstelle absterbenden, hinteren Stammtheils; während der Bildung der Saugorgane ist selbst das Spitzenwachsthum des Stengels sistirt. Bekanntlich folgen auf die engen Windungen mit Haustorien weitere Schlingen ohne Saugorgane, wodurch ein schnelleres Emporklettern des Schmarotzers ermöglicht wird. Enge mit weiten Windungen wechseln fortwährend ab, was einer assimilirenden Schlingpflanze nicht eigen ist. Diese legt ihre ersten Spiralen lose um die Stütze, welche erst dadurch später enger umwunden wird, daß die Spiralen steiler werden. Mit der zunehmenden Menge der Haustorien

wird die Entwicklung sehr beschleunigt und eine reiche Verzweigung aus den Winkeln der schuppenförmigen Blättchen eingeleitet.

Die nutirenden Spitzen der Zweige umschlingen nun leicht benachbarte Pflanzen, von deren Entwicklung auch die Ueppigkeit des Schmarotzers abhängt. Wenn nämlich, wie bei Klee und Luzerne, die Nährpflanzen sich bestocken und so dicht über dem Boden der Cuscuta junge Theile darbieten, geht deren Wachsthum rapide vorwärts; wenn dagegen, wie bei Lein, die Stengel an der Basis schnell verholzen, ohne sich zu verästeln, ist das Eindringen dem Schmarotzer sehr erschwert. Er geht aber selbst unter erschwerten Umständen selten zu Grunde, da er neben der Hauptnährpflanze in der Regel weniger zusagende, andere Unterlagen als Unkräuter zwischen den Kulturpflanzen findet (Gräser, Nesseln, Schachtelhalm u. dgl.). Die Seide wächst auf solchen mageren Unterlagen weniger üppig, beginnt dagegen früh mit der Blüthen- und Fruchtbildung.

Todte Stützen, auch von organischem Material, umschlingt die keimende Cuscuta nicht; erst wenn sie durch Ansaugung an einen passenden Nährstengel ihre Existenz gesichert hat, werden auch derartige Körper von ihr umwunden. Mohl (Ueber den Bau und das Winden der Ranken und Schlingpflanzen. Tübingen 1827, S. 128) hatte schon diesen Umstand experimentell erprobt; L. Koch bestätigt die Mohl'schen Angaben und fügt hinzu, daß die schon erstarkten, parasitirenden Seidepflanzen an todten Stäben auch Haustorien anlegen, die aber natürlich nicht zur Ausbildung kommen.

Es sind in den Schlingbewegungen des Cuscuta-Stengels die Eigenschaften der Ranke und der chlorophyllführenden Schlingpflanzen bis zu gewissem Grade vereinigt. Mit den Eigenthümlichkeiten der Ranken hat der Cuscuta-Stengel die Reizbarkeit gemein, die zu den festen Umschlingungen führt, während das mit dem Alter der Pflanzen überwiegende, lose Winden eine Eigenschaft der Schlingpflanze darstellt.

Wie nothwendig die engen Windungen für den Haushalt des Schmarotzers, ergiebt sich aus der Betrachtung, daß der Haustorialvorstoß mit gewisser Gewalt in das Rindengewebe der Nährpflanze eingedrückt werden muß; dies ist nur möglich, wenn die Theile des Stengels, an denen das Haustorium sitzt, nicht zurückweichen können, was nur durch die festen Windungen bewerkstelligt wird.

Nicht blos für das Eindringen, sondern auch für die Entstehung der Haustorien ist die Reizbarkeit des Cuscuta-Stengels maßgebend.

Der Eintritt der engen Windungen nach den lockeren Schlingen wird nur vom physiologischen Bedürfniß nach neuen Haustorien abhängen. Das Licht bewirkt, wie bereits De Candolle erwähnt, keine Krümmung der jungen Schmarotzerpflanze.

Für die Vermehrung des Parasiten wichtig ist der Umstand, daß sich

stimmung; die fertigen Saugorgane differiren, was wohl von dem Charakter der Nährpflanze herrühren dürfte. Die Haustorien an der Kleepflanze selbst sind auch verschieden, je nachdem sie gerade auf ein Gefäßbündel der Nährpflanze aufstoßen oder dasselbe nur tangiren oder auch direct in den interfasciculären Geweben verlaufen.

Bei dem Eindringen in ein Gefäßbündel gehen die Zellen des Haustoriums zwischen den stark verdickten Zellen des Hartbastes hindurch in den Weichbast, lassen denselben später aber links und rechts liegen, biegen in das interfasciculare Gewebe ein, um nach dem Markkörper des Kleestengels vorzudringen. Die frei nach allen Richtungen hin verlaufenden, mycelähnlichen peripherischen Schlauchzellen des Haustoriums verlaufen quer und längs in dem Nährstengel; sie gehen besonders in der letztgenannten Richtung von der Eintrittsstelle des Haustoriums hoch in die betreffenden Stammtheile der Nährpflanze hinauf.

Die um ein Gefäßbündel herumgehenden oder gar von Anfang an zwischen denselben hinwachsenden Haustorialinitialen haben natürlich ein leichteres Eindringen und bei ihnen kommt das selbständige Wachsthum schneller zum Ausdruck. Ein Bündel derartiger Haustorialfäden kann die Markzellen des Kleestengels gradezu auseinanderdrängen und einen Theil derselben zerstören. Die Haustorialinitialen wachsen dann durch die parenchymatischen Zellen hindurch in einem so wirren Knäuel durcheinander, daß derselbe nur mit einem Mycelknäuel verglichen werden kann.

Der dritte und einfachste Fall des Eindringens des Haustoriums, bei welchem der Haustorialvorstoß mit seiner gesammten Zellmasse zwischen je zwei Gefäßbündeln der Nährpflanze zu liegen kommt, stimmt am vollständigsten mit der Durchsetzung der Cuscuta Epilinum überein. Der Lein mit seiner starken Rindenlage neben dem nährstoffreichen, üppig den Parasiten nährenden, leicht erreichbaren Weichbast bietet ein genügendes Feld für die Ausbreitung der Haustorialfäden, so daß diese kaum nöthig haben, die Hindernisse, welche der Holzkörper einem Eindringen in die schwachen Marklagen entgegensetzen würde, zu überwinden.

Namentlich häufig bei der Kleeseide dringen Haustorien auch in den Blattstiel, junge Blätter oder Blattscheiden ein.

Bei dem Eindringen in den Blattstiel breitet sich das „Haustorialmycel" sofort ziemlich frei in der das Gefäßsystem umgebenden Parenchymlage aus.

Bei der Blattspreite bemerkt man, daß zunächst der Cuscuta-Trieb durch seine Windungen dieselbe zusammendrückt. Der erste Vorstoß des Haustoriums in das zerknitterte Kleeblatt erfolgt mit solcher Gewalt, daß, falls von ihm keines der Blattgefäßbündel getroffen wird, der größte Theil der Haustorialinitialen durch das weiche Mesophyll des Blattes hindurch gelangt und von

hier aus noch in weitere Lagen der zusammengefalteten Blattspreite eintritt. Das zerknitterte Blatt wird an diesen Stellen gradezu zusammengeheftet.

In den einzelnen, seitens des Haustorialvorstoßes perforirten Blattlagen bleiben eine Anzahl von Haustorialinitialen zurück und durchwuchern das zartwandige Blattparenchym, wobei die Haustorialfäden durch die Nährzellen hindurch gehen, ohne sie zu töten.

Das sterile Haustorium, das an lockeren Windungen des Cuscuta-Stengels entsteht und als spitze Warze auftritt, zeigt unterhalb einer deckenden, an keiner Stelle verletzten Epidermis, die vom Cuscuta-Stamm ausgeht und hier zweizellig statt einzellig ist, zunächst das Rindengewebe. Dieses besteht an den Seitenpartien der Warze aus in Theilung getretenen, lang gestreckten Zellen, welche denjenigen der Ansatzfläche des normalen Haustoriums entsprechen; an der Spitze ist die Zelllage aus kleinen, polygonalen Formen zusammengesetzt. Umschlossen von dieser Rindenlage findet man den Haustorialkern, welcher aus senkrecht auf die Mutterachse gestellten Zellreihen besteht und an seiner Spitze noch die langgestreckten, mit trübem, protoplasmatischem Inhalte erfüllten Initialen besitzt. Später verlieren diese Initialen ihren trüben Inhalt; es kommt, wie Solms-Laubach bereits erwähnt, im Innern des Haustorialkörpers oft noch die Anlage einiger Gefäßreihen zu Stande.

Die beschriebene Struktur des sterilen Haustoriums ändert sich, wenn das Haustorium eine todte harte Stütze umschlingt, in die es nicht eindringt. Bei solchen wird nun die Ansatzfläche ganz ebenso, wie bei dem normalen Haustorium angelegt und wird auch von dem heranwachsenden Haustorialkern zusammengedrückt und gegen die Stütze gepreßt, so daß bei einem Versuche, das Haustorium abzulösen, die Rindenpartien an der Stütze meist haften bleiben; aber weiter geht nun die Entwicklung auch nicht.

Nach dem Vorstehenden kann morphologisch das Haustorium durchaus nicht als Wurzel aufgefaßt werden, während es physiologisch bis zu einem gewissen Grade den Wurzeln höherer Gewächse entspricht.

Die Anheftung der Haustorien scheint nicht, wie Guettard annimmt, nach Art der Ventouse oder, wie Schleiden meint, nach Art der Saugscheibe eines Blutegels (also ein Ansaugen durch Luftdruck) stattzufinden. Wahrscheinlicher ist die Mohl'sche Ansicht, daß das an der angelegten Ansatzfläche vorhandene, in Wasser und Alkohol lösliche Secret das Anhaften vermittelt. Dieses Secret dürfte ein Erleichtern des Eindringens des Haustorialkerns in die Nährpflanze vermitteln, indem durch dasselbe möglicherweise eine Verschleimung der Epidermis des Wirthes eingeleitet wird. In die derartig vorbereitete Nährrinde dringt nachher, unterstützt durch die engen Windungen des Cuscuta-Stengels, die den Rückstoß ausschließen, der mechanisch sich hineinpressende Haustorialvorstoß, der die Epidermiszellen der Nährpflanzen verletzt und mit in das darunterliegende Rindengewebe hineinpreßt; liegen die Haustorialinitialen einmal in dem parenchymatischen Rindengewebe, in das sie noch in geschlossener Masse eingedrungen, dann geben sie das gemeinschaftliche Vordringen auf; sie wuchern unter losem oder vollständig aufgehobenem seitlichen Zusammenhalt im Parenchym wie Pilzhyphen. Bei der Balsamine ließ sich beobachten, daß der Haustorialfaden seine zuerst mit der Membran der Nährzelle in Berührung getretene Spitze eine schwache Abflachung bilden läßt und an dieser eine organische Verschmelzung der beiderseitigen Zellmembranen einleitet. Mit deren Beendigung sind an der Contactstelle beide Wände zu einer optisch nicht mehr unterscheidbaren, homogenen Cellulosepartie vereint. Hier bildet sich nun zuerst eine nach dem Lumen der zu durchsetzenden Nährzelle hin hervorragende, kleine Aussackung aus, die sich mehr und mehr vergrößert und die weiter wachsende Spitze des Fadens darstellt. Diese

Spitze wächst alsdann in die Zelle, legt sich an die der Eintrittsstelle entgegengesetzte Wand an, um auf dieselbe Art auch diese zu durchbohren.

Physiologisch interessant ist es, daß sich gar keine Störung, nicht einmal eine Verminderung in der Turgescenz der Nährzellen erkennen läßt; man wird daher wohl annehmen können, daß kein mechanischer Druck, sondern lediglich chemische Schmelzung bei dem Eindringen der Haustorialfäden zur Anwendung gelangt. Dickwandige Bast- und Holzzellen werden nicht durchsetzt, sondern umgangen oder aus ihrem Verbande gesprengt

An die luft- oder wasserführenden Gefäßelemente der Nährpflanzen, denen das Haustorium einen Theil seines Wasserbedarfs zu entnehmen vermag, legen sich von dessen Initialen einzelne, und zwar gewöhnlich die centralgestellten an, treiben hier sackförmige Ausstülpungen und verdicken sich, indem sie ihr Wachsthum beschließen, ring- bis netzförmig. Jüngere, noch Protoplasma besitzende Gefäßzellen, sowie Tracheïden der Blattstiele und Blattnerven erfahren häufig eine den parenchymatischen Zellformen entsprechende Durchsetzung. In größeren Lufträumen der Nährpflanze fehlt den Endzellen der Haustorialfäden die Gelegenheit weiterer Ernährung; sie schließen alsdann ihr Wachsthum ab und treiben blasenförmige Anschwellungen, die mit der Zeit zusammenfallen.

Die Anatomie des Stammes und der Wurzel ist bei der Flachs- und Kleeseide ebenfalls meist übereinstimmend. Gegenüber den andern Dicotylen unterscheidet sich Cuscuta durch einen an Spaltöffnungen sehr armen, mit nachträglichem Dickenwachsthum im Sinne der Dicotylen nicht begabten Stengel. Es erscheinen im Grundgewebe nicht mehrere procambiale Bündel, sondern nur ein einziges centrales, mit einer größeren Anzahl von Gefäßgruppen, deren Ausbildung nur insofern von den Haustorien abhängt, als ihre Verstärkung mit eintretender Haustorialarbeit sich bedeutend steigert. Angelegt sind die Gefäßverdickungen auch an der haustorienlosen Keimpflanze.

Aus dem centralen Procambiumstrange scheiden sich allmählich fünf Gefäßbündelgruppen mit je 2—7 Gefäßzellen aus; ihre Anordnung ist keineswegs eine scharf kreisförmige, sondern sie liegen mehr oder minder unregelmäßig in dem centralen Gewebestrange. Die nach der Gefäßbildung übrigen Parthien des Procambiumstranges bleiben, soweit sie über oder schwach seitlich an den Gefäßgruppen liegen, zartwandig und werden eng und gestreckt. Das Längenwachsthum kann hier sogar noch andauern, so daß Zellformen entstehen, welche denjenigen des Weichbastes der dicotylen Gewächse mehr oder weniger entsprechen; sie leiten die Eiweißstoffe. Die centralen, sowie stellenweise die interfasciculären Parthien des Procambiumstranges werden durch Theilung kurzzellig und bilden ein scheinbares Mark. Dieses Mark ist keineswegs dem gleichnamigen Gewebe der andern Dicotylen gleichwerthig. Es entsteht nicht aus dem Meristem des Vegetationspunktes, sondern aus dem Procambium und gehört somit entwicklungsgeschichtlich zu dem Gefäßbündel. Eine nachträgliche Verstärkung der Gefäßbündel seitens cambialer Zonen findet nicht statt, also Stammverdickung im Sinne der dicotylen Gewächse ist ausgeschlossen. Ebenso fehlen dem Gefäßbündel die mechanischen Zellformen; es ist weder von Holzzellen, noch von Bastfasern etwas wahrzunehmen. Die Gefäßelemente bestehen aus Tracheïden mit porösen, geschlossenen Querwandungen; selten kommen unter den später entstandenen, netzförmigen Zellformen ächte Tracheen mit vollkommener Perforation vor.

Betreffs des axilen Gefäßbündels stimmt also die Cuscuta mit Aldrovanda, Hippuris und Ceratophyllum überein.

Innerhalb der Gattung Cuscuta kommen aber auch größere Annäherungen an den normalen Dicotylentypus vor. Von den übrigen Cuscuten zeigen im Wesentlichen dieselben Verhältnisse wie oben für C. Epilinum und Epithymum angegeben worden, noch C. arabica, halophyta, europaea, chilensis, Gronovii, rostrata u. a. Die Arten Kotschyana und brevistyla zeigen dagegen einen noch einfacheren Bau, insofern bei

ihnen das scheinbare Markgewebe noch in Wegfall kommt; umgekehrt zeigen Cuscuta americana und africana eine größere Regelmäßigkeit im Bau und in der Stellung der einzelnen Gefäßgruppen, die an die kreisförmig angeordneten, isolirten Gefäßbündel der normalen Dicotylen erinnern. Noch weiter geht dies Verhältnis bei C. monogyna (lupuliformis Krock). Die einzelnen, peripherisch gestellten Bündel zeigen eine interfasciculare Verbindung, besitzen auch schon schwach verdickte Holzzellen, deutliches Mark und Spuren cambialer Thätigkeit. Die fortbildungsfähige Gewebezone liegt über den einzelnen Gefäßgruppen, scheint aber, da sie nicht interfasciculär übergreift, keine wesentliche Stammverdickung herbeizuführen. Auch eine geringe Anzahl Hartbastfasern treten über den Weichbastlagen auf.

Wenn man aus dem vereinfachten Bau des Stengels, der durch C. monogyna sich am deutlichsten dem Dicotylentypus nähert, auf die vereinfachte Arbeit der Pflanze schließt, so wird dieser Schluß noch mehr bestätigt durch den Bau der Wurzel, die bei den meisten Arten ein keulenförmiges, weißes, in der Breite den gelblichen Stengel um das 3- bis 4fache übertreffendes, am Ende zugespitztes Organ darstellt.

Schon am zweiten Keimungstage ist ihr Wachsthum beendet. Die nie bis zur eigentlichen Haarbildung sich auswölbenden Epidermiszellen fallen bald mit den übrigen Parenchymzellen der Rinde zusammen; im centralen Procambiumstrange findet sich keine Andeutung von Gefäßzellen, noch von Zellformen für mechanische Zwecke, wie Holzfasern u. s. w.; es läßt sich nirgends eine auffallende Verdickung von Membranen nachweisen. Die Gewebeanordnung in paraboloïdischen Periblemcurven ist bei der Cuscuta-Wurzel nicht zu beobachten, es ist gar kein abgeschlossener Bau an der blindendigenden Wurzelspitze vorhanden. An der Stelle, an welcher die Wurzelhaube sein sollte, hat es den Anschein, als sei die das Organ deckende Epidermis plötzlich unterbrochen, als sei das Wurzelende gradezu abgeschnitten. Der da vorhandene schwache Scheitel endigt in eine Anzahl von Zellen, die ihrem Bau und ihrer Anordnung nach nicht als die das Organ abschließenden Epidermiszellen betrachtet werden können, sondern einfach als Initialen aller den Wurzelkörper zusammensetzenden Reihen betrachtet werden müssen. Ein kuppelartig deckendes Dermatogen ist nicht da; ja es kommt sogar vor, daß die inneren Zelllagen direkt aus der Epidermis herauswachsen und hier einen allerdings rasch zu Grunde gehenden, zapfenförmigen Vorstoß entstehen lassen. Der Wachsthumsmodus ist dem von Pilzsträngen am ähnlichsten.

Der Bau und die Verzweigungsverhältnisse des Stammvegetationspunktes sind im Gegensatz zu dem der Wurzel dem dicotylen Entwicklungstypus entsprechend. Manche Arten, wie z. B. monogyna (nach Schleiden), Cephalanthi und chilensis (nach Uloth) lassen am Keimling schon Blattanlagen erkennen; andere zeigen nur die Achse entwickelt. Selbst da, wo der Keimling im Samen schon Blattanlagen besitzt, sind dieselben nicht den Cotyledonen vergleichbar, sondern sie sind als Schuppenblätter aufzufassen, gleich denen, welche sich in späteren Entwicklungsstadien der Pflanze an deren Stammtheilen vorfinden. Sobald sich eine seitliche Protuberanz, das junge Blatt vom Vegetationspunkt des Stammes in die Höhe gewölbt hat, zeigt sich bald direkt über ihr ein zweiter Höcker, der junge Sproß. Unter diesem erst angelegten Sproß entstehen ohne vorhergehende Deckblattbildung von demselben schuppenförmigen Blattorgan umhüllt noch eine Anzahl reihenweis gestellter Knospen. Die ältesten Glieder dieser Knospenreihe (gewöhnlich zwei) treiben sofort nach ihrer Anlage aus und werden vegetative Sprosse, während die zwei bis vier zurückgebliebenen gern zu Blüthen- und Fruchtständen sich ausbilden; an den alten Pflanzen werden die an den letztgebildeten Stengeltheilen entstehenden Knospen sämmtlich zu Blüthen.

Neben den normal angelegten Sprossen können auch an ältern Stammtheilen adventive Sprosse entstehen.

Die Entstehung der Adventivsprosse erfolgt an den Orten der stärksten Ernährung, also in der Nähe der Haustorien; sie sind architektonisch überzählig, physiologisch von großer Bedeutung, entwickeln sich aber bei den Cuscuten nicht etwa nur durch Reiz, z. B. nach Verwundung, sondern auch ohne äußern Anlaß. Bemerkenswerth ist, daß sie nur an der Contactseite mit der Nährpflanze (oft zu 20 bis 30) auftreten und sich meist zu Inflorescenzen ausbilden. Die Angabe von Schacht, daß Adventivsprosse aus dem im Nährstengel sitzenbleibenden Haustorium entständen, wenn sonst der Parasit gänzlich entfernt ist, kann Koch ebensowenig wie Solms-Laubach bestätigen. Möglich ist, daß die (wie Schacht beobachtet) am Nährstengel durch das Umschlingen des Seidestengels entstehenden Rindenanschwellungen einzelne Fadenstücken decken, was eine Entfernung derselben sehr erschwert. Gegenüber den normalen Sprossen, welche dicht unter der Epidermis entstehen und diese in die Höhe heben, also exogen angelegt werden, erscheinen die Adventivsprosse endogen, also tief im Rindengewebe angelegt und durchbrechen die vor ihnen liegenden Schichten.

Die Blüthen- und Fruchtbildung stellt sich, wie bereits erwähnt, früher ein, wenn der Parasit nicht ausgiebig genug ernährt wird, sei es, daß die zusagenden Wirthspflanzen nicht genügend entwickelt oder daß die Nährpflanzen nicht zusagend sind (Gräser, Schachtelhalme).

Aus der Entwicklungsgeschichte ist ersichtlich, warum die Wurzel den von dem Dicotylentypus abweichenden Bau hat. An Stelle der Hypophyse liegt nämlich bei Cuscuta ein angeschwollener Keimanhang, der meist die Rolle der Hypophyse übernimmt; denn anstatt sich in die Embryonalkugel hineinzuwölben und ihr den organischen Abschluß zu verleihen, bleibt er an deren Basis unthätig liegen. Die reihenförmig angeordneten Zellen der unteren Parthie der Embryonalkugel des unteren Keimstockwerks endigen somit offen. Die Wurzelspitze erhält an der Contactstelle der Ansatzfläche keine ihren Scheitel überziehende Dermatogenlage. Die weitere Ausbildung des Embryo bringt keine Veränderung, nur eine Vergrößerung der in die Nähe der Mikropyle rückenden Wurzelanlage hervor; dagegen entwickelt sich das Stengelende des Embryos energisch weiter. Es geht an der Wandung des Embryosacks empor, um, in der Nähe der Chalaza angelangt, auf dessen anderer Seite sich wieder herab zu begeben. Durch Wiederholung dieses Vorganges erhält der Keimling die zusammengerollte Form. Neben der Entwicklung des Keimlings findet auch die Ausbildung des Endosperms statt; dieses erfüllt mit seinen großen, zunächst zartwandigen, parenchymatischen Zellen durch fortschreitende Theilung derselben den sich erheblich ausdehnenden Embryosack, welcher das 7—10schichtige Gewebe des Knospenkernes gegen das zur Samenschale sich entwickelnde Integument drängt und zerstört. In dem reifen Samen sind die Ueberreste des Knospenkernes unterhalb der festen Samenschale als zusammengefallene Membranen kenntlich. In der äußeren Zelllage des Endosperms speichern sich die Eiweißstoffe ähnlich wie in der Kleberschicht des Getreides; in dem Innern liegt das Stärkemehl.

Die Größe der Samen ist sehr verschieden, je nachdem von den vier Ovulis sich Samen ausbilden. Je weniger Samen in der Kapsel, desto größer das einzelne Korn, was für die Reinigung der Saatwaare sehr in's Gewicht fällt. Die Samen reifen schnell, bisweilen schon nach ungefähr 14 Tagen.

Ueber den Bau des Samens, der bereits von Uloth, Zöbl, Haberlandt, besonders aber von Haenlein eingehend studirt worden, zeigen sich einige widersprechende Angaben bei den genannten Forschern. Mit Haenlein's Angaben übereinstimmend findet Koch, daß die Samenepidermis aus der ehemaligen epidermidalen Zelllage der Samen-

knospe hervorgeht; während des Reifungsprozesses führt diese Lage Stärkekörner mit Chlorophyllüberzug. Nach und nach schwinden diese. Die zweite Testaschicht, aus säulenförmigen, dünnwandigen Zellen gebildet, entsteht aus der subepidermalen Zelllage des Ovulums. Die Reactionen beider Zellschichten weisen auf Verkorkung hin. Die dritte Lage der Samenschale besteht aus sehr dickwandigen, das Lumen nur als schmalen Spalt belassenden Zellen von säulenförmiger Gestalt und Cellulosereaction der Wandung. Die zusammenstoßenden Längswandungen verschmelzen miteinander. Eine vierte Schicht der Testa besteht zur Zeit der Samenreife nur noch aus zusammengedrückten Membranen und Protoplasmaresten des ehemaligen Knospenkernes.

Manche Samen haben ein weißlich schimmerndes Ansehen (Cuscuta Epithymum); dies kommt daher, daß die stark aufquellbaren prismatischen, platten oder quadratischen Epidermiszellen in Folge äußerer, mechanischer Einwirkungen stark verletzt werden. Ihre Außenwände (bedeutend weniger schon die Seitenwände) zeigen sich so ziemlich vollständig zerrissen und erscheinen in Gestalt faseriger Stücke.

Haberlandt giebt unter der sogenannten vierten oben erwähnten noch eine fünfte Testaschicht an, die einfach und collenchymatisch erscheint. Diese von den innern Endospermzellen durch regelmäßigere Gestaltung der Zellen abweichende Lage gehört nicht zur Samenschale, sondern zum Sameneiweiß, dessen Kleberschicht sie ist.

Die Zahl der Windungen des embryonalen Stammes, die selbst bei ein und derselben Cuscuta-Species keine vollständig constante ist, variirt bei den verschiedenen Cuscuta-Arten nicht unwesentlich. Begünstigt erscheinen in dieser Beziehung die stärkeren Species (C. Cephalanthi), bei denen es bereits im Samen zur Anlage schuppenförmiger Blätter kommt. (C. Epithymum besitzt durchschnittlich 2, bisweilen $2^1/_2$ Umläufe, Cephalanthi oft deren 3.)

Es ist oben erwähnt worden, daß die Epidermis an dem reifenden Samen mit grünen Stärkekörnern versehen ist. Dieser Umstand zeigt, daß auch die Seidearten trotz ihres nicht grünen Aussehens doch chlorophyllhaltig sind. Namentlich sind es nach Temme's Untersuchungen[1]) die Blüthenknäuel, in denen Chlorophyll sowohl in Form ergrünten Plasma's, als auch an kleine, kugelige Körner gebunden vorkommt. Daß die Pflanze Assimilationsarbeit damit verbindet, geht aus dem Nachweis hervor, daß im Sonnenlichte Sauerstoff ausgeschieden wird. Das Resultat des Assimilationsprozesses, das sich in der Zusammensetzung der Pflanze kund geben wird, ist aber nach den von Zöbl[2]) und König[3]) ausgeführten und citirten Analysen ein anderes, als bei den Nährpflanzen. Sowohl die ganze Seidenpflanze als auch ihre Samen allein zeigen gegenüber den Nährpflanzen (Rothklee, Wicke, Luzerne) einen geringeren Gehalt an stickstoffhaltigen und ein Ueberwiegen N. freier Bestandtheile, verbunden mit geringerem Aschengehalte. Die relative Zusammensetzung der Asche von den Samen allein ließ größere Mengen Alkalien, dagegen geringeren Gehalt an Phosphorsäure und fast gänzlichen Mangel an Magnesia erkennen.

Die vorgenannten Schmetterlingsblüthler, der Rothklee sowie die Wicke und Luzerne dürften als die besten Nährpflanzen der Kleeseide anzusehen sein und die Papilionaceen überhaupt die eigentlichen, normalen Wirthe dar-

[1]) Temme: Ueber das Chlorophyll und die Assimilation der Cuscuta europaea. Landwirthsch. Jahrb. v. Thiel 1883, S. 173.

[2]) Wissensch. prakt. Unters. auf d. Gebiete des Pflanzenbaues v. Fr. Haberlandt, Bd. I. 1875, S. 143.

[3]) König: Einige Beobachtungen über Kleeseide. cit. Biedermann's Centralbl. 1875, S. 57.

stellen. Mindestens findet man mit wenigen Ausnahmen auf ihnen die beste Entwicklung des Schmarotzers. Zu diesen Ausnahmen gehören die Buschbohne (Phaseolus vulgaris) und die Kichererbse (Cicer arietinum), welche selten befallen anzutreffen sind. Von den Pflanzen aus andern Familien fand Haberlandt[1]), daß Lein, Hanf und Sonnenblumen den Haustorien des Parasiten kein Eindringen gestatten; Leindotter, Runkelrübe, Buschbohne und Mais fristen der Seide für kurze Zeit das Leben; dagegen scheinen Umbelliferen, (Fenchel, Anis, Coriander) und die Brennessel günstige Wirthspflanzen zu sein, da auf ihnen der Schmarotzer zum Blühen und theilweis auch zur Samenreife gelangt. Nicht unbeachtet darf aber der Entwicklungszustand der Nährpflanze bei der Beurtheilung der Empfänglichkeit bleiben. Sehr derbwandige Zellmembranen scheinen selbst bei den zusagendsten Nährpflanzen ein Eindringen der Haustorien zu verhindern, da Haberlandt bei Aussaaten im Hochsommer sah, daß solche Wirthspflanzen vollkommen unbefallen blieben. Daß auch der Entwicklungszustand des Schmarotzers von Einfluß ist, ergiebt sich aus der Beobachtung Haberlandt's, daß selbst im jungen Zustande Linse und Buschbohne von Keimlingen der Cuscuta nicht angegriffen werden, sondern erst stärkeren Sprossen des älter gewordenen Schmarotzers erliegen.

Außer den genannten Nährpflanzen ist die Kleeseide mit eingedrungenen Haustorien noch beobachtet worden an Melilotus officinalis, Ononis spinosa, Ranunculus arvensis, Cerastium, Matricaria Chamomilla, Chrysanthemum Leucanthemum, Carduus crispus, Plantago lanceolata, Rumex Acetosella, Holcus lanatus, Anthoxanthum odoratum, Poa pratensis, Phleum pratense und Equisetum arvense. Stellenweis sind große Flecken gemeinschaftlich wachsender Unkräuter von der Seide umsponnen, wie wir dies an Thymus Serpyllum, Calluna vulgaris und Genista beobachten können. Mit dieser Aufzählung ist die Menge der Nährpflanzen für die Kleeseide noch nicht erschöpft; verschiedene Gegenden zeigen manchmal einzelne Gattungen speziell häufig befallen und bemerkenswerth ist in dieser Beziehung ein Beispiel aus Südtyrol, wo die Seide (C. Epithymum) nicht selten auf Weintrauben angetroffen wird[2]); solche befallene Trauben haben den Namen „bärtige Trauben“ erhalten.

Die gewöhnliche Seide, Cuscuta europaea L., hat mit der vorigen Art einen Theil der Nährpflanzen gemein, da sie auf Nesseln (Urtica), Hopfen (Humulus Lupulus L.), Hanf (Cannabis sativa L.), auf Weiden (Salix L.), jungen Pappeln (Populus L.), auf Eisenhut (Aconitum Tourn.), Rainfarn (Tanacetum L.) u. A. vorkommt. Von Dorner[3]) wird eine Varietät (Cusc. eur. var. Schkuhriana-nefrens Fr.) auf Sambucus Ebulus beschrieben, während

---

[1]) Haberlandt: Ueber Kleeseide. Oesterr. landw. Wochenbl. 1876, Nr. 39/40, cit. Biedermann's Centralbl. 1876, II. S. 376.

[2]) Verh. d. K. K. Zoolog. Bot. Ges. in Wien. April 1867.

[3]) Bot. Zeit. 1864, S. 15.

sie von Fries auf der Futterwicke (Vicia sativa) besonders beobachtet worden ist. Auf Kartoffeln ist außer C. europaea eine neue Art (C. Solani Hol.) beobachtet worden, die sich durch eine kugelige Kronenröhre und den Mangel an Kronenschuppen auszeichnet.[1])

Während die Kleeseide erst seit Beginn dieses Jahrhunderts in größerem Maßstabe aufgetreten zu sein scheint, ist die Flachsseide schon länger als Plage der Landwirthschaft bekannt[2]); außer den Flachs (Linum usitatissimum L.) scheint sie wie Nobbe[3]) bei Aussaatversuchen gefunden, auch den Hanf zu befallen, und unter Spergula vorzukommen. Letzteres Vorkommen dürfte dann zu bemerken sein, wenn das Saatgut des Spörgels durch Aussieben aus Linum gewonnen worden ist.[4]) Von dem Vorkommen der C. Epilinum auf Balsaminen ist bereits die Rede gewesen.[5]) Von geringerer Bedeutung ist bei uns die Lupinenseide (C. lupuliformis Krocker), welche außer auf Lupinen auch auf Weiden, Pappeln und Ahorn vorkommen soll; sie findet sich häufiger in Böhmen, Mähren und Osteuropa. Unbeständig in ihrem Auftreten ist die mit dem französischen Luzernesamen eingeschleppte Luzerneseide (C. racemosa Mart. C. suaveolens Scr.); nach Solms-Laubach soll übrigens auch die Kleeseide auf Medicago sativa vorkommen. Eine nicht näher bestimmte Seidenart wird auf Himbeeren in Amerika angegeben.[6]) Von dort her stammt auch die in den Mainauen bei Miltenberg als gefährlicher Weidenfeind aufgetretene C. Gronovii Willd. In Ungarn kommt C. obtusiflora Humb. auf Weiden vor, deren befallene Ruthen unbrauchbar werden.[7]) Es wird hier das von Kühn zur Entfernung der auf Weiden ebenfalls auftretenden C. europaea und monogyna empfohlene Mittel des Abschneidens der Ruthen anzuwenden sein.[8]) Das Abschneiden muß vor Beginn der Blüthe (also im Juni oder Anfang Juli) stattfinden. Da aber manche Seidesamen selbst unter den günstigsten Keimungsbedingungen erst im zweiten oder dritten Jahre auflaufen, so hat man mindestens drei Jahre hindurch die erkrankt gewesenen Pflanzungen betreffs des Auftretens neuer Infectionsheerde im Auge zu behalten.

Unter den Vorbeugungsmitteln gegen den schlimmsten Feind, die Kleeseide, ist jedenfalls das von Kühn hervorgehobene als das wesentlichste und wirksamste am meisten zu empfehlen. Es besteht in der peinlichen Sorgfalt bei

---

[1]) Holuby: Eine neue Cuscuta. Oesterr. bot. Zeit. 1874, S. 304.

[2]) Balthasar Ehrhart: Oekonomische Pflanzenhistorie ꝛc. Ulm und Memmingen 1760. VIII. Theil, S. 121.

[3]) Wiener landwirthsch. Zeit. 1873, Nr. 31.

[4]) Landwirthsch. Versuchsstationen 1878, S. 411.

[5]) Koch a. a. O., S. 136.

[6]) Wiener Obst- u. Gartenz. 1876, S. 145.

[7]) Prantl: Cuscuta Gronovii Willd. cit. im Centralbl. f. d. ges. Forstwesen v. Hempel 1878, S. 95.

[8]) Kühn: Seidebefallene Korbweiden. Wiener Landw. Zeit. 1880, S. 751.

der Auswahl des Saatgutes. Diese Auswahl wird jetzt bereits wesentlich durch eine Anzahl Versuchsstationen erleichtert, welche nach Nobbe's Vorgang die Kleesaat auf Seidesamen untersuchen. Wenn man gezwungen ist, ein Saatgut zu verwenden, das nicht seidefrei ist, dann empfiehlt Kühn[1]) das Reinigen der Waare durch Siebe, welche genau 22 Maschen auf 7 qcm haben. Die Cuscuta-Samen sind durchschnittlich viel kleiner, als ausgereifte Rothkleesamen, aber nur etwas kleiner als Weißklee und daher ist die Maschenweite der Siebe von größter Bedeutung. Den Siebabfall dem Futter beizumengen, ist aber durchaus nicht gerathen, da es festgestellt ist, daß der Seidesamen unzerstört den Verdauungskanal des Thieres verläßt und somit keimungsfähig wieder auf den Acker mit dem Dünger kommt. Ausschließlich sich auf die Siebe verlassen zu wollen, ist aber nach Nobbe's gründlichen Erfahrungen nicht rathsam. Die Seidekörner stimmen in der Größe sowie in dem absoluten und spezifischen Gewichte mit den Samen des weißen und schwedischen Klee's so nahezu überein, daß weder Spreufege noch Sieb einen vollkommenen Erfolg versprechen. Aber auch bei den großkörnigeren Samen von Luzerne, Roth- und Incarnatklee kann nicht für absolute Entfernung der Kleeseide garantirt werden, da deren Samen auf üppigen Nährpflanzen bisweilen eine Siebmasche von 1 mm nicht zu passiren vermögen.[2])

In Bezug auf ein anderes, gegen Kleeseide empfohlenes Schutzmittel, das in einem Waschen der Saatwaare besteht, hebt Nobbe[3]) mit Recht hervor, daß davon kein Erfolg zu erwarten ist. Die Meinung, daß in einem Bottich mit Wasser der Seidesamen oben schwimmt, ist irrig. Der keimfähige Samen des Schmarotzers ist spezifisch schwerer als Wasser und sinkt daher mit den guten Klee- und Luzernesamen unter.

Zu den Hauptvorbeugungsmitteln gehört auch eine ängstliche Sorgfalt betreffs Vermeidung der gelegentlichen Verbreitungswege. Man darf nicht allein den Siebabfall, wie oben erwähnt, nicht als Viehfutter verwenden, sondern man muß auch vermeiden, seidehaltigen Klee zu verfüttern. Wenn Jungvieh mit Raps- und Leinkuchen gefüttert wird, sind diese Futtermittel vorher zu untersuchen. Sempolowski[4]) fand nämlich eine Infection des Kleeackers, der mit reinem Saatgut bestellt war, durch Aufbringen von Jungviehdünger; die Thiere waren mit oben genannten Oelkuchen gefüttert worden und diese enthielten unzerstörte Kleeseidesamen. Solcher Same findet auch nicht selten seine Verbreitung durch Thimotheegrassaat.

---

[1]) Janke, Schles. landw. Zeit. 1868, Nr. 45. Zeitschrift des landw. Central-Ver. der Provinz Sachsen 1868, S. 131 und 304.

[2]) Nobbe in Wiener landw. Zeit. 1873, S. 299.

[3]) Fühling's Neue landw. Zeit. 1871, Heft I, S. 20.

[4]) Sempolowski: Ueber die Widerstandsfähigkeit der Kleeseide 2c. cit. in Zeitschrift d. landw. Central-Ver. d. Prov. Sachsen 1881, S. 19.

Von den vielen Vertilgungsmitteln der Seide mögen nur einige wenige hier einen Platz finden. Tritt der Schmarotzer in der Luzerne auf, so soll das Abstoßen der befallenen Luzernepflanzen mittelst einer geschärften Schaufel sich als sehr vortheilhaft herausgestellt haben.[1]) Dieses Abstoßen muß so tief geschehen, daß eine flache Erdschicht von der Schaufel mitgenommen wird. Die abgestoßenen Pflanzen werden auf Haufen gebracht und auf dichten Wagen vom Felde gefahren. Der Wurzelhals der Luzerne soll nach einem Regen bald wieder ausschlagen und die Seide verschwunden sein. Vorausgesetzt wird dabei, daß jede Spur von Seide vom Felde weggefahren wird, was jedenfalls sehr schwierig sein dürfte, sobald der Schmarotzer bereits größere Strecken übersponnen hat.

Radikaler noch soll nach Wagenbichler (Land- und forstw. Zeit. der Provinz Preußen) das Uebergießen der befallenen Stellen mit einer Mischung von Schwefelsäure und Wasser wirken. Die Verdünnung der Schwefelsäure war etwa derart, daß auf einen Theil Säure 200—300 Gewichtstheile Wasser kamen und diese Mischung wurde vermittelst Gießkanne mit Brause über die Pflanzen gegossen. Allerdings wurden dadurch außer der Seide auch Klee und Luzerne getödtet; nur Thimotheegras soll unversehrt geblieben sein[2]). An Stelle des Begießens bediente sich J. Becker zur Vertilgung der Seide des Bestreuens mit einem Kalisalz[3]). An einem starkthauigen Morgen, auf den ein schöner Tag zu folgen versprach, wurde nach dem zweiten Schnitte auf die nassen Stoppeln sehr dicht rohes, schwefelsaures Kali gestreuet. Am nächsten Tage schon waren Klee- und Luzernepflanzen mit dem Schmarotzer vollständig braun, wie verbrannt. Nach acht Tagen hatte sich die Luzerne wieder erholt, die Kleepflanzen aber und auch der Schmarotzer blieben todt. Auch im folgenden Jahre zeigte sich auf den früher befallenen Stellen keine Seide. Das einmal von England als sehr sicher empfohlene Begießen mit Eisenvitriol[4]) tödtet den gerbsäurehaltigen Schmarotzer, aber auch seine Nährpflanze. Als bestes Mittel erklärt Nobbe das Bedecken der befallenen Stellen und deren nächster Umgebung mit einer 2—3 dcm hohen Schicht kurz geschnittenen Strohes, das, darauf mit Petroleum befeuchtet, angezündet wird.

Das Anfeuchten und Verbrennen des Strohes wird durch das Ersticken der Seidenpflanzen ersetzt werden können. Es werden die Stoppeln der abgemähten Seidestellen etwa 25—30 cm über den Infectionsheerd hinaus mit einer Substanz dicht eingedeckt, welche die Luftcirculation möglichst verhindert. Kurzgeschnittenes Häcksel, in etwa 10 cm hoher Schicht fest angeschlagen, hat sehr guten Erfolg gezeigt. Andere, billig zu beschaffende Streumaterialien, die dicht

---

[1]) Zeitschr. des landw. Central-Ver. der Prov. Sachsen, 1870, S. 24.

[2]) Fühling's Neue landw. Zeit. 1871, Heft 6, S. 475.

[3]) Ebend. Heft 10, S. 794.

[4]) Bot. Zeit. 1864, S. 15 (IV. Versammlung ungarischer Aerzte und Naturforscher).

sich zusammenschlagen lassen (Weintreber), werden dieselben Dienste thun. Neuerdings verwendete man Gips, der auf die abgemähten Seidestellen gebracht, einige Centimeter hoch mit Feinerde bedeckt und nach 5 Tagen mit Jauche begossen wurde.[1]) Unter der sich bildenden Kruste erstickt die Seide, während der Klee durchbricht. Eine Angabe, die noch weiterer Prüfung werth ist, empfiehlt das Bestreuen der Seideheerde bei offenem Frostwetter mit Aetzkalkstaub, der als Rückstand bei Kalköfen gewonnen wird. Bei Anwendung dieses Mittels war nicht nur die Seide im folgenden Frühjahr ausgeblieben, sondern der Klee zeigte auch ein kräftigeres Gedeihen. Daß die Seidesamen durch Frost nicht zu Grunde gehen, dürfte als bekannt vorauszusetzen sein; aber minder bekannt ist, daß auch die diesjährigen Pflanzen bis — 20 ⁰ C. schadlos überdauern können. Das Erscheinen neuer Schmarotzer an perennirenden Pflanzen dürfte seltener vom Aufgehen neuer Samen, als vielmehr vom Weiterwachsen der vorjährigen Cuscuta-Pflanzen herrühren; der Schmarotzer ist nicht einjährig, sondern mehrjährig.[2])

Auch durch die Anbaumethode läßt sich einer möglichen Ausbreitung des Schmarotzers schon entgegenwirken. So liegen sehr günstige Erfahrungen über die Anwendung der mit Esparsette gemischten Kleesaat vor. Nathusius in Meyendorf bei Magdeburg[3]) verwendet außerdem noch Luzerne; die Aussaat erfolgt gewöhnlich unter gedrillten Weizen und die Esparsette wird bei der Bearbeitung des Weizens mittels der Pferdehacke untergebracht, Luzerne und Klee dann ausgesät und mittels der Walze oder Egge leicht mit der Ackerkrume vermischt. Im ersten Jahre überwiegen meist Klee und Esparsette, während bei dem zweiten und dritten Schnitt schon die Luzerne sich üppig zu entwickeln beginnt. Wenn die Seide den Klee tödtet, breitet sich die der Cuscuta wenig zugängliche Esparsette aus und bringt den Schmarotzer zum Verschwinden, ehe die spät sich entwickelnde Luzerne befallen werden kann.

---

# Cap. III. Kryptogame Parasiten.

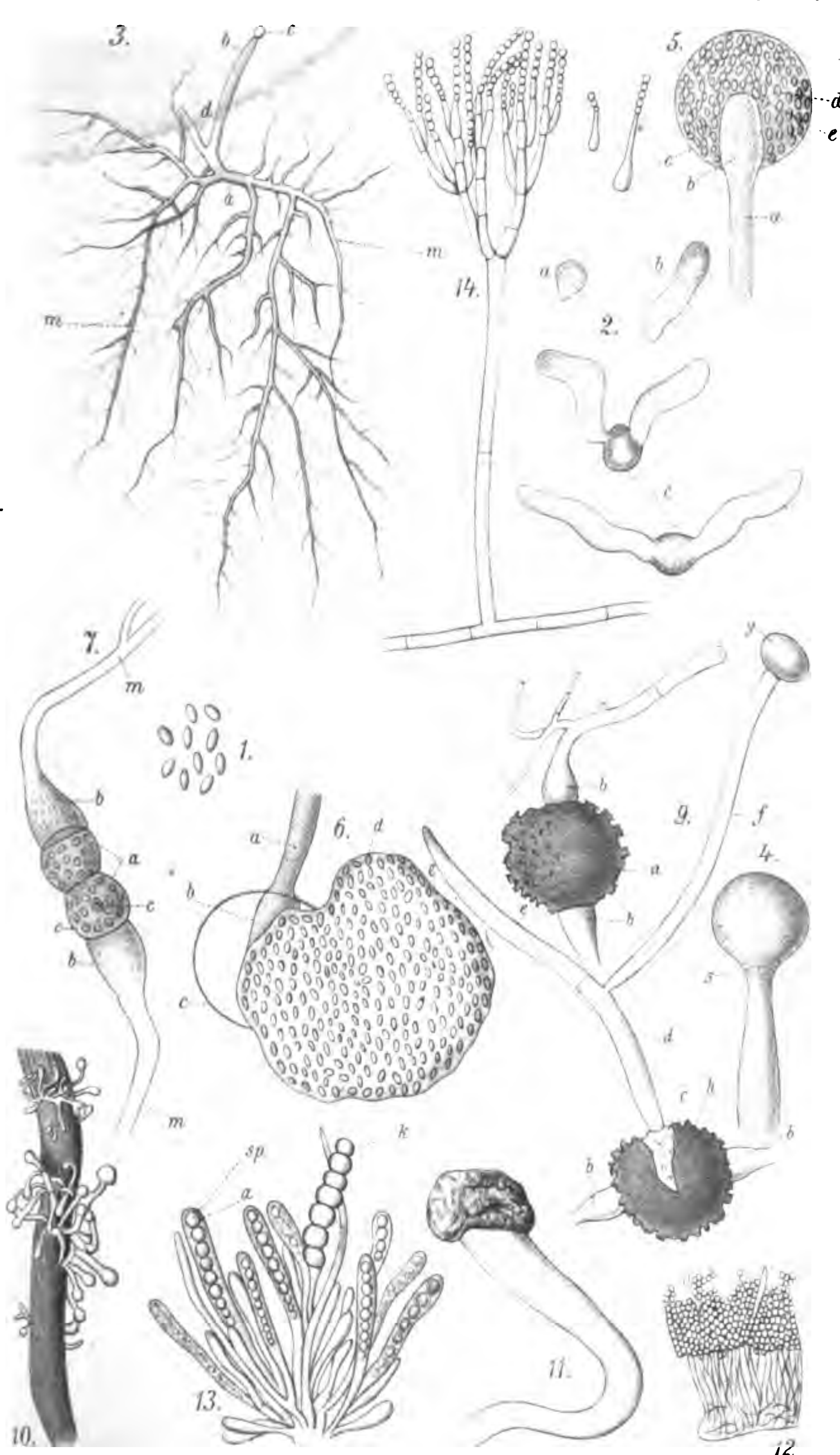
## 1. Einleitung.

(Hierzu Taf. II.)

In Rücksicht auf die Größe der Ausbreitung, die alljährliche Wiederholung und den Umfang des Schadens, der durch Parasiten angerichtet wird, verschwinden die phanerogamen gegen die kryptogamen Schmarotzer, von denen

---

[1]) Fühling's landwirtsch. Zeit., 1879, S. 786.
[2]) Wiener landw. Zeit. 1880, S. 377.
[3]) ibid. S. 341.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



fast ausschließlich die Pilze als Krankheitserreger der mannigfachsten Art auftreten. Bevor wir aber auf die durch Pilze verursachten Krankheiten der Pflanzen näher eingehen, erscheint es nöthig, einige Angaben über Bau und Leben des Pilzkörpers im Allgemeinen vorauszuschicken und an einem der gewöhnlichsten, noch ziemlich einfach gebauten Vertreter bereits auf Organe und Prozesse aufmerksam zu machen, die bei höher entwickelten Arten in größerer Ausbildung durch die neuere Forschung nachgewiesen worden sind.

Der Baustein für die zweite große Klasse des Pflanzenreiches, deren Samen keinen Keimling vorgebildet enthalten, ist derselbe, wie bei den Phanerogamen, ist die Zelle. Bei den Pilzen treten die Zellen vorzugsweise in reihenweiser Anordnung, zu Ketten und Fäden vereinigt auf, und solche Pilzfäden sind es, welche die in ihrer Größe, Gestalt, Consistenz, Lebensdauer und Verwendung so außerordentlich verschiedenen Gebilde dieser Familie zusammensetzen, die wir bald als Hutpilz in der Form von Champignon und Steinpilz, bald als zähen, holzigen, knolligen Löcherpilz an alten Bäumen, bald als Trüffel in der Erde oder als Rost und Brand auf unseren Kulturpflanzen auftreten sehen.

Trotzdem daß bei den Pilzen keine so großartige Mannigfaltigkeit in der Ausbildung der einzelnen Zellen und der durch sie aufgebauten, für einzelne Lebensfunktionen bestimmten Organe, wie bei den Phanerogamen besteht, läßt sich doch bei ihnen eine Arbeitstheilung zwischen einzelnen Zellen oder Fadenpartien leicht constatiren. Die meisten Pilze besitzen ein vegetatives Organ, welches den Wurzel- und Blattkörper der höher entwickelten Pflanzen vertritt; es heißt Mycelium. Eine weitere Sonderung in zwei Organe, von denen das eine als Wurzel die rohe Bodennahrung aufzunehmen bestimmt ist, das andere die Umformung in organische Substanz unter der Arbeit des Lichtes zu besorgen hat, ist hier bei den Pilzen nicht nöthig, da dieselben überhaupt keine organische Masse aus den rohen Pflanzennährstoffen bilden können, sondern schon assimilirte Nahrung vorfinden müssen, wenn sie gedeihen sollen. Das eigentlich assimilirende Organ der höheren Pflanzen, das Chlorophyll, ist daher auch bei den Pilzen nicht anzutreffen und ebensowenig ist ein häufiges Assimilationsprodukt des Chlorophylls, die Stärke bestimmt nachgewiesen. Auch der den Phanerogamen selten fehlende Gerbstcff ist hier noch nicht aufgefunden worden.

Das Reproduktionsorgan der Pilze heißt Spore. Der Name Spore ist ein Gattungsbegriff, der etwa ebenso wie das Wort Knospe bei den Phanerogamen Verwendung findet. So wie wir bei Letzteren von Wurzel-, Blatt-, Blüthen- und Samenknospe reden, so haben wir auch bei den Sporen verschiedene Arten derselben zu unterscheiden, die auf kleinen, einfachen oder größeren, verzweigten Aesten des Mycels (Basidien) oder deren feineren Verzweigungen (Sterigmen), bald einzeln, bald in Ketten oder Knäueln gehäuft

auftreten und die bald einzellig, kugelig, oval, ellipsoidisch bis stabförmig, bald mehrzellig sind und dann einen mehrgliedrigen Zellenkörper darstellen, der als zusammengesetzte Spore bezeichnet wird. Solche Sporen, die frei an der Spitze direkt aus dem Mycel hervorgehender Aeste sich bilden, führen den Namen Conidien; sie entsprechen am meisten den Laubknospen unserer Kulturpflanzen und keimen bald nach ihrer Ablösung im günstigen Medium zu einem neuen, vegetativen Gewebe, Mycelium aus. Nur in einzelnen Fällen und zwar, wie zu vermuthen ist, bei weniger zusagenden Vegetationsbedingungen, entwickeln sich aus ihnen sofort neue Knospen, wobei endlich solche Conidien durch fortwährende Wiederholung dieses Prozesses gänzlich erschöpft werden können. Häufig entstehen die Träger vereinigt an bestimmten Punkten des vegetativen Organs, das dort zu einem dichten, bisweilen fleischig erscheinenden Geflechte zusammentritt und nun Fruchtpolster (stroma) heißt.

Bei den vollkommenen Pilzen, welche einen bestimmt gebauten Fruchtkörper besitzen, bilden die sporentragenden Fäden charakteristisch gestellte und gebaute flächenartige Ausbreitungen auf dem Fruchtkörper. Solche dichte, Sporen erzeugende Schicht des differenzirten Fruchtkörpers heißt Fruchtschicht (hymenium).

Bei vielen Pilzen kommen verschiedenartig gebildete Gehäuse oder Kapseln vor, welche in ihrem Innern auf meist pfriemenförmigen Stielchen den Conidien ähnliche Fortpflanzungszellen erzeugen. Diese Kapseln heißen Pycniden und die in ihnen gebildeten keimfähigen Sporen führen die Bezeichnung Stylosporen. Etwa ähnlich in Bau und Anordnung der in ihnen erzeugten Gebilde verhalten sich die meist in das Gewebe der Nährpflanze eingesenkten Behälter, welche als Spermogonien bezeichnet werden. Die in ihnen entstandenen, sehr kleinen Zellen führen den Namen Spermatien und unterscheiden sich von den Stylosporen zunächst meist durch geringere Größe, zartere, oft nur als einfache Haut erkennbare Membran und eine bis jetzt fast überall constatirte Unfähigkeit, unter den für Pilzsporen bekannten Wachsthumsbedingungen auszukeimen[1]). In Rücksicht auf ihre in mehreren Fällen unzweifelhaft nachgewiesene Nothwendigkeit (Collemaceen) zur Erzeugung eines Fruchtkörpers wird man die Spermatien als männliche Befruchtungszellen aufzufassen haben. Durch den Einfluß ihres Inhalts auf das Plasma der weiblichen Zelle oder Zellgruppe, die als Fruchtanfang oder Archicarpium unterschieden wird, entwickelt sich Letztere zu einem neuen, den Mutterorganismus in Bau und Lebensweise wiederholenden Individuum. Das aus solchem Be-

---

[1]) Nach Tulasne keimen die Spermatien von Eutypa, s. Nitschke: Pyrenomycetes german. S. 109. Auch Cornu spricht von keimenden Spermatien, s. Compt. rend. 1875. I. S. 1465: Memoire de Cornu et Roze sur la fécondation des champignons. — Compt. rend. LXXXII. S. 771: sur les spermaties des ascomycetes etc. von Max Cornu (Bot. Jahresb. 1876, S. 172).

fruchtungsakt hervorgehende Produkt kann entweder eine einzige befruchtete Eizelle (Oospore) sein oder es kann auch ein zusammengesetzter, vielzelliger Fruchtkörper (Sporocarpium) werden. Von dem durch eine Vereinigung verschieden gestalteter Geschlechtszellen charakterisirten Befruchtungsakte zu unterscheiden ist der Copulationsprozeß, der in einer Verbindung von zwei gleichgestalteten und gleichwerthigen Eizellen (Gameten) besteht. Das Produkt der Copulation ist eine Spore, welche den Namen Zygospore führt und welche befähigt ist, nach kürzerer oder längerer Ruheperiode sich zu einem neuen Lebewesen (Bion) weiter zu entwickeln.

Bei der Sporenbildung wird entweder der gesammte Inhalt der Mutterzelle zu einer einzigen Tochterzelle verbraucht oder es entstehen viele Sporen in der Mutterzelle. Wir verweisen auf die in Taf. II, Fig. 10—13 dargestellte Roesleria hypogaea. Die Membran der Mutterzelle kann als geräumiger Schlauch oder Sack (ascus oder theca Fig. 13 a) die Sporen (Fig. 13 s p) einhüllen, und wir nennen dann diese Ascosporen oder Thecasporen, oder es kann der die Spore umhüllende Theil der Mutterzelle so fest und gespannt die Tochterzelle umschließen, daß dieselbe anscheinend frei auf ihrem Träger steht. Solche frei auf ihren Trägern erscheinenden Sporen führen den Namen Basidiosporen. Beachtenswerth endlich ist der Umstand, daß wir auch Sporen haben, bei denen eine Cellulosemembran ganz fehlt und bei denen der nackte Protoplasmaleib vermittelst wimperartiger Bewegungsorgane oder auch ohne solche thierähnliche Bewegungen ausführt. Derartige Gebilde heißen Schwärmsporen oder Zoosporen.

Alle diese und andere Sporenformen können in einem Entwicklungscyclus vorkommen, in dem ein Akt geschlechtlicher Zeugung nicht zu constatiren ist, so daß wir nach dem jetzigen Stande unserer Kenntnisse zu glauben gezwungen sind, daß bei vielen Pilzgattungen ein Befruchtungsakt aus dem Entwicklungsgange ausgeschaltet ist. Andrerseits ist aber mit Sicherheit auch zu erwarten, daß der eigentliche Befruchtungsakt und namentlich der Copulationsprozeß noch vielfach in der großen Klasse der Pilze wird nachgewiesen werden können und wir wenden uns deshalb jetzt zur eingehenderen Betrachtung dieses letztgenannten Prozesses.

Der Vorgang der Copulation findet z. B. bei einem unserer gewöhnlichsten Schimmel, dem Köpfchenschimmel (Mucor Mucedo L.) (Fig. 3) statt, dem wir auf faulenden Früchten, auf Brot und Fleisch, am üppigsten aber auf Pferdemist begegnen. Das Studium seiner Entwicklung dürfte am besten geeignet sein, einen Einblick in das Pilzleben zu bieten und zur Vorbereitung für das Verständniß verwickelterer Formenkreise zu dienen, die uns bei einzelnen Pflanzenkrankheiten entgegentreten. Außerdem aber hat dieser Schimmel auch insofern Wichtigkeit, weil er selbst von einigen Beobachtern in mehrfache Beziehung zu Pflanzenkrankheiten gebracht worden ist.

Der Köpfchenschimmel unterscheidet sich von dem auf Brot, auf eingemachten Früchten, Tinte u. dgl. noch häufiger vorkommenden Pinselschimmel (Penicillium glaucum Lk.) (Fig. 14) auch schon für das bloße Auge. Wenn wir auf den angeführten Unterlagen ein lockeres, weißes, graues oder gelbbraunes, seidenglänzendes Geflecht, dessen Fäden am Rande oft stelzenartig locker über die Unterlage schreiten, antreffen und gewahren mit freiem Auge oder einer schwachen Lupe eine Anzahl feiner, bisweilen stecknadelkopfgroßer, auf aufrechten Stielen stehender Köpfchen, dann haben wir es meist mit Mucor zu thun. Zeigt sich dagegen die Schimmelvegetation in Form einer blaugrünen, dichten, stäubenden, weichen Kruste, die auf zuckerhaltigen Flüssigkeiten zusammenhängende Häute bildet, so befindet sich in der Regel Penicillium crustaceum Fr. (P. glaucum Lk.) vor uns, wenn nicht das auf eingemachten Früchten sich auch häufig zeigende Eurotium Aspergillus glaucus de By. dafür eintritt. Der Ueberzug des Letzteren ist flockiger und graugrün; er kennzeichnet sich bei näherer Betrachtung durch die anfangs weißen, später dunkelgraugrünen kurzstieligen Köpfchen und durch das Auftreten orangegelber Punkte, der reifen Früchte.

Wenn wir eine Spore des Mucor (Fig. 1) in einem Tropfen von einer frischen Abkochung von Pferdemist unter das Mikroskop bringen, so zeigen sich schon in wenigen Stunden die ersten Anfänge der Keimung. Die länglich eiförmige Spore verwandelt sich in eine oft 6—10mal so große Kugel (Fig. 2 a). (Wir folgen in Text und Zeichnung den Untersuchungen von Brefeld.) Der Inhalt, der ursprünglich als ein gleichmäßig stark lichtbrechendes Plasma die ganze Zelle ausfüllte, zieht sich als feinkörnige Auskleidung an die Wand zurück und im Innern zeigt sich eine große Vacuole. Bald darauf erscheint die Spore in einen, zwei oder selbst mehrere Keimschläuche ausgewachsen (Fig. 2 b und c), die sehr schnell sich verlängern und dabei auch derartig dick werden, daß sie den Durchmesser der Spore erreichen; unter reicher Verästelung sieht man sie schon innerhalb eines Tages sich zu einem großen Mycelium ausbilden (Fig. 3 m). Trotz der reichlichen Aeste und vielfachen Verzweigungen läßt sich in dem ganzen Mycelium keine Querwand erkennen. Der Inhalt der einzelnen Aeste besteht aus Protoplasma, welches durch große Vacuolen ein schaumiges Ansehen erhält und so lange in dieser Form bleibt, bis der Pilz sich zur ersten Art der Vermehrung anschickt.

Es erhebt sich nämlich ungefähr in der Mitte des ganzen Mycelgeflechtes ein dicker Ast senkrecht in die Luft (Fig. 3 b); in diesen hinein wandert der Inhalt der nächsten Mycelfäden und zwar herrscht in diesem Aste ein solcher Turgor, daß kleine, sauer reagirende Tröpfchen durch die Wandung hindurchgepreßt werden. Der Ast wird zum Sporenträger; an seiner verjüngten Spitze zeigt sich eine kopfartige Anschwellung, die sich vergrößert und durch eine Scheidewand vom Stiel abgrenzt (Fig. 3 c und 4). Die Scheidewand

(Fig. 4 s) hat das Eigenthümliche, daß sie wie eine längliche Blase in das Innere des Köpfchens hineinwächst und so innerhalb der großen Kugel wie eine kleinere, länglich in den Stiel verlaufende erscheint (Fig. 5 b). Die äußere große Kugel führt den Namen Sporangium; damit wird immer eine blasig oder kapselartig aufgetriebene Zelle bezeichnet, deren Inhalt in Sporen zerfallen ist, welche bei der Reife aus der Mutterzelle heraustreten. Die innere, hochgewölbte Scheidewand des Stieles, welche hier in das Sporangium hineinragt, heißt das Säulchen (Columella). Der Innenraum zwischen Columella und der, sich mit feinen Stacheln bekleidenden Außenhaut (Fig. 5 c) des Köpfchens ist mit Protoplasma erfüllt, das sich in eine sehr große Menge einzelner, von einander durch eine Zwischensubstanz (Fig. 5 e) getrennter Parthieen theilt, welche allmählich mit einer Membran umgeben erscheinen und sich als solche Sporen (Fig. 5 d) repräsentiren, aus denen wir die Pflanze entstehen gesehen haben.

Bei der Reife, welche mit einem außerordentlich schnellen Emporschießen des bei der Anlage des Sporangiums in seinem Längenwachsthum stehen gebliebenen Stieles verbunden ist, neigen sich die Sporangien nach unten. Die Stiele haben sich dem Lichte zugewendet. Das Protoplasma in ihnen ist verbraucht, ihr Inhalt wasserhell; im Mycelium sind jetzt Querscheidewände bemerkbar. Kommt ein solches reifes Sporangiumköpfchen mit einem Tropfen Wasser in Berührung, ist in einem Augenblicke die ganze Sporenmasse, wie ein plötzlich ausgespannter Regenschirm, über die Tropfenoberfläche ausgebreitet (Fig. 6). Von der stacheligen, ursprünglich Cellulosereaktion zeigenden Sporangienmembran sieht man nur noch eine sehr dünne Schicht (Fig. 6 c), deren stachelige Bekleidung aus oxalsaurem Kalke gebildet ist; die übrige Haut selbst hat sich im Wasser gelöst. Die Sporen liegen eingebettet in die außerordentlich aufgequollene, zähflüssige, fadenziehende Zwischensubstanz (Fig. 6 e), die durch ihre Quellung das Oeffnen des Köpfchens und die Verbreitung der Sporen (Fig. 6 d) bedingt hat.

Bisweilen erleidet die Entwicklung der Mucorköpfchen eine Störung, z. B. durch Druck, durch Temperaturerniedrigung, mangelnde Ernährung oder Parasiten. In diesem Falle verhalten sich die Fruchtträger genau wie die Zweige eines Baumes, deren Spitzen abgebrochen sind. Es bilden sich Seitenzweige, die bei dem Mucor neue Köpfchen tragen. Bei diesen Köpfchen sind dann die Wandungen derber, die Columella verkümmert oder gar nicht mehr vorhanden und die spärlichen Sporen werden klein und rund, erzeugen aber bei neuer Aussaat wieder normalen, großen Mucor.

Der bisherige Entwicklungsgang dieses Schimmelpilzes umfaßt also die Bildung eines vegetativen Gewebes, des Mycelium, und die Produktion eines Trägers, der zahlreiche Knospen in einer einzelligen Kapsel erzeugt. Diese Sporenbildung kann unter Umständen den einzigen Vermehrungsprozeß des

Mucor darstellen. Er entwickelt sich z. B. nach Brefeld[1]), bei künstlicher Kultur auf dem gläsernen Objektträger immer nur in dieser Form und erst bei Aussaat auf Pferdemist zeigt sich, daß der Pilz noch einer weiteren Ausbildung fähig ist.

Bei den auf Mist wachsenden Exemplaren begegnet man nicht selten deutlichen, schwarzen Punkten (Fig. 8 a). Diese Punkte stellen die eigentliche Frucht, die Zygospore dar; sie entstehen an Exemplaren, deren Knospenform in der Regel nur wenig entwickelt ist. Die Fruchtbildung selbst wird durch einen Vorgang veranlaßt, den wir Copulation genannt haben. Es treten nämlich zwei gegen einander wachsende Myceläste (Fig. 7 m m) mit ihren Vorderflächen (Spitzen) eng an einander. Durch Scheidewandbildung gliedert sich an der Spitze jedes Astes eine Zelle ab, so daß die beiden neugebildeten Zellen einander berühren (Fig. 7 a). Die Berührungsfläche dieser beiden Zellen wird aufgelöst und dadurch aus den beiden Endzellen der zwei Aeste eine einzige Zelle gebildet, welche die junge Zygospore darstellt (Fig. 8 a); dieselbe wird jederseits von den übrig gebliebenen Stücken der Aeste (Fig. 7 u. 8 b b), die jetzt Tragfäden oder Suspensoren heißen, gestützt. Die junge Zygospore vergrößert sich schnell. Auf der Außenseite entstehen warzige Erhabenheiten (Fig. 7 c, 8 w) als erste Anzeichen einer dicken, schwarzen, brüchigen Außenhaut (Fig. 9 h), des Exosporium, das später nur da helle Stellen zeigt, wo zu beiden Seiten die leicht abfallenden Träger (Fig. 9 b b) gesessen haben. Dieselben glatten Stellen zeigen sich auch auf dem unmittelbar unter dem Exospor liegenden, ungefärbten, noch dickeren, stumpfstacheligen Endosporium, der Innenhaut (Fig. 9 c) der Zygospore. Die beiden Häute, welche bei den meisten, für längere Dauer bestimmten Sporen unterschieden werden können, zeigen sich in ihrem Verhalten zu Reagentien verschieden. Hier ist die Außenhaut außerordentlich widerstandsfähig gegen Kalilauge, Salz- und Salpetersäure; die Innenhaut zeigt sich dagegen viel zarter und verhält sich wie Cellulose.

Bei der Keimung der Zygospore, welche etwa 6 Wochen nach der Aussaat erfolgte, fand Brefeld beide Häute durchbrochen und der mit neuer, eigener Membran versehene Inhalt trat in Form eines Schlauchs hervor, der sich etwa innerhalb dreier Tage zu einem ebensolchen Sporangienträger (Fig. 3 b und 9 d) ausbildete, den wir als ungeschlechtliche Fortpflanzungsform bereits kennen gelernt haben.

Auch hier kann eine Störung in der Entwicklung des ersten Sporangienträgers vor der Bildung seines Köpfchens das Hervorbrechen eines zweiten schwächeren Trägers aus derselben Zygospore oder die Ausbildung eines Astes (Fig. 9 f) an dem verunglückten ersten Träger (Fig. 9 d und e) hervorrufen.

[1]) Botanische Untersuchungen über Schimmelpilze. Heft I, 1872, S. 20.

Die Entwicklungsphasen, welche hier am Köpfchenschimmel bemerkbar, werden voraussichtlich bei fast allen anderen Pilzen sich nachweisen lassen. Aus der keimenden Spore entwickelt sich im Allgemeinen ein vegetatives Gewebe, das je nach den gebotenen Vegetationsbedingungen kürzere oder längere Zeit (oft Jahre lang) sich fortbildet, bevor es zur Sporenbildung schreitet. Die Sporenbildung entspricht zunächst der Knospenbildung, indem einzelne Zellen des vegetativen Körpers sich ablösen und ein selbständiges Mycel bilden. Später tritt in der Entwicklung der Pflanze ein Zeitpunkt ein, wo die bisherige Knospenbildung nachläßt, dafür aber auf dem Mycel einzelne Aeste zu Befruchtungsorganen ausgebildet werden. Das Produkt der Befruchtung, von welcher wir die Copulation als einfachsten Anfang ansehen, ist die Frucht, welche die Anlagen neuer Individuen in Form knospenähnlicher Gebilde, Sporen, enthält, deren weitere Entwicklung in der Bildung eines neuen Mycelkörpers besteht.

Wir sehen, daß der Entwicklungsgang der Pilze sich dem der andern Pflanzen anschließt. Die Arbeit und die solche leistenden Organe sind nur in der Regel einfacher, trotzdem ein außerordentlicher Formenreichthum auch hier anzutreffen ist. Das vegetative Organ, welches, wie bald gezeigt werden soll, bei sehr einfachen Pilzen, aus derselben Zelle besteht, welche später auch die Reproduktion übernimmt, erscheint bei einigen der nächstverwandten Glieder als feinfädige Ausstülpung derselben Zelle; diese Ausstülpung nimmt nicht mehr an der Reproduktion Theil. In der nächst verwandten Formengruppe haben die Individuen bereits ein vielfach verzweigtes, fädiges Mycel gebildet, wie es bei Mucor uns entgegentrat. Bei höher entwickelten Arten sehen wir die einzelnen flächenartig mit einander verklebten Mycelfäden zusammenhängende Häute bilden und bei langlebigen Mycelien vereinigen sich die einzelnen Fäden zu soliden, mit gefärbter Rinde versehenen, harten Knollen, die wir Dauermycelium (Sclerotium) nennen. Das Gewebe eines solchen Dauermycels ähnelt dem Parenchym unserer Kulturpflanzen und wird daher mit dem Namen Pseudoparenchym belegt.

Dieselben Unterschiede, die bei der Mycelbildung sich zeigen, erscheinen auch bei den Trägern der Fortpflanzungsorgane. Bei den Schimmelformen, wie bei Mucor, war der Träger des Sporangiums ein einfacher Zellenfaden; als solcher erscheint auch der Träger bei dem gewöhnlichen Pinselschimmel (Taf. 2, Fig. 4), welcher die viel häufigere Knospenform der Pilze repräsentirt, bei der die Sporen frei (also von einer Mutterzelle nicht blasig eingeschlossen) auf dem Träger stehen. Die Sporen (Conidien) stehen reihenweis auf kegelförmigen Astgliedern des einfachen Tragfadens (Hyphe) und stellen in ihrer Gesammtheit ein pinselähnliches Gebilde dar. Das Penicillium jedoch entwickelt bei sehr üppiger Kultur auch Formen, welche fleischige, baumartige, einige Millimeter hohe Körper darstellen und aus einer Verschmelzung sehr

vieler einzelner Träger entstanden sind, die sich an der Spitze wieder auflösen und nun ihre Sporenketten entwickeln. Diese Form wurde früher als besondere Pilzgattung (Coremium) beschrieben. Bei den höheren Formen, wie bei den Hut- und Bauchpilzen ist diese Zusammensetzung der Sporenträger des gestielten Hutes aus solchen einzelnen, mit einander verbundenen und verwachsenen Fäden zur Regel geworden. Der ganze über der Erde erscheinende Champignon ist nichts anderes als ein derartig zusammengesetzter Sporenträger, der auf seiner Unterseite radial gestellte, blattartige zarte Häute (Lamellen) bildet. Auf diesen erheben sich senkrecht in dichter Schicht die Enden der Fäden, aus denen die Lamellen gebildet worden sind; diese Fadenspitzen (Basidien) endigen in kurze, pfriemliche Stielchen (Sterigmen), von denen jedes eine Spore trägt. Die ganze Schicht bildet das Hymenium.

Auch die Beschaffenheit des Gewebes ändert bei den Fruchtträgern, wie bei dem Mycel ab. Bisweilen sind dieselben gallertartig, meist sind sie fleischig, nicht selten verholzt oder lederartig, aus pseudoparenchymatischem Gewebe gebildet, wie bei den lederartigen Hüllen des Bovist. Ueberall zeigt aber die Entwicklungsgeschichte die Entstehung der verschiedenen Gewebearten aus ebensolchen Fäden, wie sie die Schimmelpilze aufzuweisen haben.

Die Membran der einzelnen Pilzzellen ist in der Regel nur dünn und zart; bei denjenigen Arten dagegen, deren Lebensdauer eine längere ist, wie z. B. bei dem unsern Feuerschwamm liefernden Polyporus ist die Zellhaut oft so stark verdickt, daß der Innenraum der Zelle fast ganz verschwindet. Bei den gallertartig werdenden Theilen von Pilzen, wie z. B. bei der äußeren Hülle des mit dem Bovist verwandten Erdsterns, läßt sich die gallertartige Beschaffenheit fast immer auf das starke Aufquellen eines Theiles der Wandungen der einzelnen Zellen zurückführen.

Aus mehrfachen Analysen verschiedener Hutpilze geht hervor, daß der Wassergehalt des Pilzkörpers allerdings sehr groß ist. Loesecke[1]) fand bei Untersuchung von 19 Arten aus den Gattungen Agaricus, Polyporus, Clavaria, Lycoperdon, Cantharellus u. a., daß der Gehalt an Trockensubstanz zwischen 7 bis 16 % schwankte. Der aus dem Stickstoffgehalt berechnete Proteïnreichthum betrug beispielsweise bei Lycoperdon Bovista 50,64 %, bei Fistulina hepatica allerdings nur 10,60 % der Frischsubstanz. Letzterer Pilz war auch sehr arm an Fett (0,81 %), während Agaricus melleus 5,21 % der Frischsubstanz davon aufwies. Der Aschengehalt schwankte zwischen 2,33 % (Polyp. ovinus) und 15 % der Frischsubstanz (Agaricus Prunulus). Nach Cailletet's Untersuchungen[2]) von Steinpilzen, Trüffeln, Champignon

---

[1]) A. v. Loesecke, Beiträge zur Kenntniß eßbarer Pilze. Chemisches Centralbl. 1876, Nr. 43.

[2]) Cailletet: Sur la nature des substances minerales assimilées par les champignons. Compt. rend. LXXXII., S. 1205.

u. a. Pilzen zeigt sich ein gänzlicher Mangel an Kieselsäure, eine sehr geringe Menge von Eisen und ein gegenüber den chlorophyllführenden Pflanzen geringerer Prozentsatz an Kalk und Magnesia, aber größerer Gehalt an Alkalien, besonders phosphorsauren Alkalien in der Asche, was schon früher von Döpping, Schloßberger und Wicke[1]) hervorgehoben worden ist. Die holzbewohnenden Pilze entziehen natürlich diese Mineralstoffmengen dem Stamme und präpariren ihn damit für weitere Zersetzungserscheinungen.

Es ergiebt sich ferner, daß die elementare Zusammensetzung der Pilzmembran dieselbe, wie die der Cellulose der phanerogamen Pflanzen ist; jedoch erscheint diese meist in einer Modifikation (Fungin), welche nicht die übliche Cellulosereaktion zeigt und auch nach dem Kochen in Kalilauge dieselbe nicht eintreten läßt. Reines Jod oder Chlorzinkjod oder Jod und Schwefelsäure färben die Membranen in der Regel gar nicht oder intensiv gelb. Die bekannteste Ausnahme hiervon machen einige Mucor- und Polyactis-Arten, sowie die Arten der Gattung Peronospora, welche eine Cellulosereaktion zeigen; nur der dazu gehörige Pilz der Kartoffelkrautsäule, die Phytophthora infestans zeigt die blaue Färbung nach Jod und Schwefelsäure nur an den Hyphen (Fäden), die die Sporen tragen. Einige Pilzfäden werden auch schon durch Jod allein dunkelblau, wie z. B. die fadenförmigen Auswüchse einiger Erysiphen (nach Tulasne), das Fruchtgewebe der Septoria ulmi[2]) (Mohl), so daß man in ihnen Stärkekörner vermuthete; allein genauere Untersuchung zeigt eine wirkliche Färbung der Membranen und bestätigt den Satz, daß Stärke in Pilzen nicht vorkommt[3]), ebensowenig wie Chlorophyll oder Gerbsäure. Nach C. O. Harz[4]) löst sich die Zellwand der Fadenpilze (Hyphomyceten) nicht selten, besonders in jugendlichem Alter, in concentrirten Mineralsäuren. Bei den meisten quillt sie in Glycerin allmählich zu durchsichtiger Gallerte auf (daher Aufbewahrung in Chlorcalcium). Von der Cellulose der Fadenpilze wie einzelner Hutpilze hat Harz nachgewiesen, daß sie nach Behandlung mit einem

---

[1]) Hedwigia 1871, Nr. 6

[2]) Karsten beobachtete Amylumreaktion an Sphärien-Stylosporen. Bot. Unters. II. S. 336.

[3]) Dem entgegen stehen vorläufig noch die Angaben von Hoffmann (Keimung der Pilzsporen. Jahrb. f. wissensch. Bot. II. S. 313): „Stärke habe ich (durch Blaufärbung nach einfachem Jodzusatz) mehrmals nachweisen können. Als Amyloid (formlos) bei Peziza vesiculosa, Bulgaria inquinans, in den Asci, gerade wie bei Hagenia, wodurch sich die Verwandtschaft zwischen Flechten und Thecasporen ankündigt. Nur im ersten, jugendlichsten Alter tritt die Reaktion nicht hervor (Pez. ves.). Sie scheint durch beginnende Verwesung (Maceration) begünstigt zu werden. — Der plastische Inhalt der Sporen und Keimfäden von Uredo rosae und fulva, körnigteigig von Beschaffenheit, wird blau auf Zusatz von Jod (ohne und mit Schwefelsäure)."

[4]) Einige neue Hyphomyceten Berlins und Wiens von O. Harz. Hedwigia 1872. Nr. 8.

Gemisch von concentrirter Schwefelsäure und rauchender Salpetersäure oder Salpeterpulver eine der Schießbaumwolle ähnliche Nitroverbindung giebt, welche bei Wärme oder Druck von selbst explodirt, aber in Aetherweingeist sich nicht zu Collodium löst.

Der Inhalt der Pilzfäden besteht in der ersten Zeit ihrer Entwicklung ausschließlich aus dem stickstoffhaltigen Protoplasma; bei zunehmendem Alter treten allmählich Vacuolen auf und noch später wird der Inhalt vollständig wasserhell; bei großer Trockenheit tritt auch wohl Luft an Stelle der Flüssigkeit. Ein Bestandtheil, welcher selten einem Pilze fehlt, ist das fette Oel, das in Form kleiner, oft gefärbter Tröpfchen im Protoplasma oder auch im wässerigen Zellinhalt enthalten ist. Die schöne orangerothe und gelbe Färbung, welche viele Pilze zeigen, rührt von diesen gefärbten Tröpfchen her; dagegen sind die braunen oder violetten Farben meist durch eine gefärbte Zellmembran hervorgerufen. Die scharlachrothe Färbung des Fliegenschwammes, sowie die blaugrüne mancher Hutpilze (Agaricus aeruginosus) scheint durch einen wässerigen Farbstoff bedingt zu sein, der sowohl dem Zellsaft beigemischt, als auch in der Membran selbst eingelagert ist. Bisweilen nehmen sonst ungefärbte Pilze den Farbstoff ihrer Unterlage auf, wie de Bary dies z. B. von dem Pilze der Kartoffelkrankheit beschreibt, den er auf rothen Knollen in violetter Färbung beobachtet hat. Auch Krystalle von oxalsaurem Kalk kommen ziemlich häufig vor; doch ist ihr Vorkommen innerhalb der Zellen des Pilzgewebes nur auf wenige Fälle beschränkt; meist erscheinen sie zwischen denselben oder noch in der Membran derselben abgelagert.

Die meisten Sporen können bald nach ihrer Reife keimen, wenn sie die geeigneten Bedingungen erhalten; nur einzelne, durch besonders derbe Membranen ausgezeichnete Sporen bedürfen einer längeren Ruheperiode (Dauersporen). Um sich einerseits einen Begriff von der Schnelligkeit, mit welcher einzelne Sporen keimen, zu machen, andrerseits zu zeigen, wie lange manche Sporen ihre Keimkraft bewahren können, seien hier einige Beobachtungen von Hoffmann wiedergegeben. Derselbe fand [1], daß die meisten Sporen kaum länger als 2 Tage brauchen, bis sie keimen. Sporen vom Staubbrande keimten bei 21—28° nach 6 Stunden, bei etwas niedrigerer Temperatur nach 11 Stunden. Vier Jahr alte Sporen vom Hirsebrand keimten bei Zimmertemperatur nach 5 Tagen, während 2 Jahr 7 Monat alte Sporen von Staubbrand schon nach 2 Tagen Keimschläuche gebildet hatten u. s. w. Die Bedingungen für die Keimung bestehen in genügender Feuchtigkeit und Wärme. Es scheint keinen wesentlichen Unterschied auszuüben, wenn statt tropfbar flüssigen Wassers nur sehr feuchte Luft vorhanden ist, da der Niederschlag feiner Wassertröpfchen aus der Luft genügt; alle Theile der Pilzspore sind sehr hygroskopisch.

---

[1] A. a. O. S. 302.

Der erforderliche Wärmegrad im Allgemeinen ist schwer anzugeben; doch sind Fälle beobachtet worden, wo Sporen von Staubbrand schon bei + 0,5 ° R. keimten; dagegen wurde die Keimung von Hirsebrandsporen erst bei + 4 ° R. gesehen. Der Frost schadet ungekeimten Sporen unserer gewöhnlichen Schimmel und Brandarten nicht; gekeimte Sporen aber werden getödtet. Uebrigens ist das Wärmebedürfniß bei den einzelnen Pilzen, wie bei den Phanerogamen verschieden. So giebt Zimmermann[1]) an, daß unser Pinselschimmel (Penicillium) bei wesentlich niedrigeren Temperaturen keimt, als der ebenso gewöhnliche Köpfchenschimmel (Mucor).

Außer diesen Hauptagentien kommt bei vielen Pilzen als Bedingung eines gedeihlichen Wachsthums die geeignete Unterlage dazu. Je nach der Beschaffenheit des ernährenden Mediums ändert sich die Entwicklung des Organismus, und umgekehrt erleiden gewisse Substrate bestimmte Umänderungen durch einige Pilze. Die Bierhefe bedingt durch ihre Lebensweise die alkoholische Gährung zuckerhaltiger Flüssigkeiten.

Ganz besonders ins Gewicht fällt für die Sporenkeimung die Anwesenheit von Sauerstoff. Wenn dieser in genügendem Maße vorhanden, kommen erst die andern Faktoren zur Geltung. Unter Letzteren spielt das Substrat auch bei der Keimung eine wesentliche Rolle, wie aus den Messungen von Winter[2]) über das Wachsthum der Keimschläuche hervorgeht. Mucor Mucedo, der in Wasser nach durchschnittlich $6^3/_4$ Stunden (Nectria cinnabarina schon nach $2^1/_2$ Stunde) keimend beobachtet wurde, verlängerte seinen Keimschlauch in Nährstofflösung um 60,48 Mik., während er im destillirten Wasser nur eine Verlängerung von 23,48 Mik. pro Stunde aufwies. In einzelnen Fällen wird man noch ganz besondere Umstände als nothwendig für die Keimung von Pilzsporen annehmen müssen, da Beispiele existiren, in denen trotz aller möglichen Variationen in den Wachsthumsfaktoren die Sporen nicht zum Keimen gebracht werden konnten. Es gehören dahin Conidien aus den Gattungen Chaetomium und Sordaria.[3])

Während wir hier also bei den Pilzen den für die Ausbreitung von Krankheiten höchst wichtigen Umstand berühren, daß bei manchen Arten ganz besondere, nicht allgemein verbreitete Umstände nur eine Keimung ermöglichen dürften, somit also das Wachsthum an engbegrenzte Verhältnisse gebunden erscheint, haben wir andrerseits auch Beispiele extremster Anpassungsfähigkeit zu

---

[1]) „Das Genus Mucor." Dissert. 1871, cit. in Hoffmann's mykolog. Berichten III. S. 85.

[2]) Winter: Einige Mittheilungen über die Schnelligkeit der Keimung der Pilzsporen ꝛc. Hedwigia 1879, Nr. 4.

[3]) Zopf in Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, cit. Bot. Zeit. 1879, S. 74.

verzeichnen. So giebt Schumacher[1]) für die Alkoholhefe die interessante Beobachtung, daß dieselbe in trockenem Zustande nach stundenlangem Verweilen in Temperaturen von + 100 ° C. noch wachsthumsfähig ist und andrerseits noch theilweis zum Sprossen gebracht werden konnte, nachdem sie im normalen, wasserhaltigen Zustande eine Kälte von — 113 ° C. ertragen hatte.

Die früher sehr verbreitet gewesene Ansicht, daß die Pilze kein Lichtbedürfniß und keine Lichtempfänglichkeit besäßen, ist längst durch vielfache Beobachtungen widerlegt. Viele Gattungen zeigen einen ausgesprochenen Heliotropismus. Die Hälse mancher Kapselpilze (Sordaria fimiseda)[2]) sind positiv heliotropisch; ebenso neigen sich die Fruchtträger der Mucorinen und des Claviceps purpurea der Lichtquelle zu. Man hat ferner beobachtet, daß das Abschleudern der Sporangien mehrerer Pilobolus-Arten, sowie die Sporenentleerung von manchen Ascomyceten durch die Lichtentziehung verzögert werden[3]). Die aus dem Sclerotium keimenden Becherfrüchte von Peziza Fuckeliana kommen ohne Licht nicht zur Entwicklung. Bei Pilobolus microsporus differenzirt sich das Protoplasma nur unter Lichteinfluß zur Sporenbildung und die Fruchtträger verspillern gänzlich in Finsterniß. Bei Coprinus-Arten verspillern die Stiele auf Kosten der Hüte; bei Cop. stercorarius traten an den vergeilten Fruchtkörpern weitere Sprossungen von Fruchtkörpern und schließlich secundäre Sclerotien auf. Manchmal scheint eine erhöhte Temperatur den mangelnden Lichteinfluß ersetzen zu können. Wenigstens beobachtete Brefeld, daß wenn bei der Keimung der Sclerotien dieses Pilzes die Temperatur für mehrere Tage höher als 12 ° C. war, neben der Vergeilung des Stieles dennoch die Hutanlage soweit gefördert wurde, daß auch in vollster Finsterniß die Reife und Entleerung der Sporen stattfand. Immer sind die stark brechbaren Strahlen die wirksamen; in gelbem Licht verhielten sich die Pflanzen, wie in tiefster Finsterniß.

Außer dem Heliotropismus macht sich bei manchen Pilzen auch der Geotropismus und der Hydrotropismus, also der Einfluß, den die Feuchtigkeit des Substrates ausübt, geltend. Einzelne Erscheinungen sind sogar auf die Anziehung zurückzuführen, welche eine Unterlage nur in ihrer Eigenschaft als fester Körper ausübt (Somatotropismus)[4]).

Eine besonders in die Augen springende Erscheinung bei den Pilzen ist das Phosphoresciren, das hier nicht, wie bei dem Leuchten des Fleisches, der

---

[1]) Bot. Zeit. 1874, S. 477.

[2]) Gilkinet: Recherches morphologiques etc., cit. Bot. Z. 1874, S. 477.

[3]) Brefeld in Sitzungsber. d. Gesellsch. naturforschender Fr. zu Berlin, cit. Bot. Zeit. 1877, S. 306, 402.

[4]) van Tieghom: Sur le rôle physiologique et la cause déterminante de la courbure en arcades des stolons fructifères dans les Absidia. Bull. de la Soc. bot. de France t. XXIII. S. 56. (Bot. Jahresb. 1876, S. 142.)

Milch, des Eiters u. dgl. thierischer Stoffe durch pathogene Bacterien hervorgerufen wird. Außer einer Menge exotischer Hutpilze leuchten auch eine ganze Anzahl der bei uns einheimischen Arten und zwar besonders die vegetativen Gewebe, die Mycelkörper dieser Pilze. Nach Ludwig's Beobachtungen[1]) sind es zunächst diejenigen Arten, deren Mycelien jene braunen, lederartigen, wurzelähnlichen Stränge bilden, welche als Rhizomorpha angesprochen werden, zu einer Zeit, in welcher die Neubildung solcher Stränge oder die Aussendung neuen fädigen Mycels aus solchen Strängen erfolgt. Ebenso verhalten sich einige knollige Dauermycelien (Sclerotien). Als Beispiel für Letztere führt Ludwig das Sclerotium cornutum an, das als Dauermycel zu dem auf faulenden Agaricus-, Russula- und Lactarius-Arten wachsenden Agaricus (Collybia) tuberosus Bull. gehört. Wahrscheinlich sind es derartige sclerotienbildende Pilze, welche auf faulenden Kohl- und Rübenstrünken, auf Zwiebeln, Eichenblättern u. dgl. häufig vorkommen und das mehrfach beobachtete Leuchten derselben bedingen. Mit wenig Ausnahmen (Xylaria polymorpha[2]) sind bisher nur die Mycelien der in die Familie der Hutpilze gehörenden Arten leuchtend beobachtet worden.

Ueber die Ursache des Leuchtens fehlt uns zwar noch eine positive Erklärung, indeß lassen die Untersuchungen von Radziszewski[3]) wohl eine baldige experimentelle Lösung erwarten. Dieser Beobachter fand nämlich, daß eine Reihe von Aldehyden oder Verbindungen derselben schon bei einer Temperatur von $+ 10^0$ stark leuchten, wenn sie in Berührung mit Alkalien und Sauerstoff langsam oxydiren. Dabei stimmen diese Körper mit dem Phosphor darin überein, daß ihre Oxydation mit einer Spaltung der gewöhnlichen Sauerstoffmoleküle und deren Umwandlung in dreiatomige Ozonmoleküle verbunden ist. Da nun Radziszewski außerdem fand, daß die als Ozonerreger bekannten ätherischen Oele (Citronen-, Pfeffermünz-, Kümmel-Oel ꝛc.) und auch fette Oele, die bei langsamer Oxydation ebenfalls ozonisiren, ganz intensiv leuchten, wenn sie bei höherer Temperatur mit Kalilösung geschüttelt werden, so ist wohl die Annahme gerechtfertigt, daß solche Körper, namentlich das bei allen Pilzen nachgewiesene Fett, die Veranlassung zum Leuchten werden, wenn sie in alkalischer Reaktion mit Ozon sich verbinden.

Ein genaueres Eingehen auf die Lebenserscheinungen der Pilze, wie z. B.

---

[1]) F. Ludwig: Ueber die Phosphorescenz der Pilze und des Holzes. Hildburghausen 1874.

Ludwig: Ueber einen neuen, einheimischen phosphorescirenden Pilz, Agaricus (Collybia) tuberosus. Bot. Centralbl. 1882, Bd. XII, S. 104.

[2]) Crié: Sur quelques cas nouveaux de phosphorescence dans les végétaux. Compt. rend. 1881, XCIII, p. 853.

[3]) Bot. Centralbl. 1881, Bd. VII, Nr. 11, S. 325.

auf die als normale Funktion von Borscow[1]) erkannte Ausscheidung von Ammoniak, von tropfbar flüssigem Wasser oder die mehrfach beobachtete Aushauchung von Wasserstoffgas u. dgl. ist, als dem Plane des Buches ferner liegend, hier zu übergehen; wir verweisen zwecks eingehenderen Studiums der Pilzfamilie auf das im Folgenden meist zu Grunde gelegte Werk von de Bary.[2]) Ungleich wichtiger aber sind noch einige Betrachtungen über die Ernährungs- und Ansiedlungsweise der Pilze.

Die meisten Pilze begnügen sich mit den aus der Zersetzung pflanzlicher oder thierischer Organismen hervorgegangenen Produkten; eine nicht unbeträchtliche Anzahl dagegen bedarf des lebenden Körpers zu ihrer Nahrung. Diese Letzteren kommen hier namentlich in Betracht, da sie die Krankheiten der Gewächse verursachen; sie lassen sich in 2 Gruppen theilen, je nachdem sie im Innern des Gewebes ihrer Nährpflanze leben (Endophyten) oder nur die Oberfläche überziehen (epiphyte Schmarotzer). Bei beiden Gruppen beginnt die Keimung der Sporen außerhalb des Wirthes. Die aus den Sporen hervorgehenden Keimschläuche dringen bei den Endophyten meist durch die Spaltöffnungen ein; bei einzelnen allerdings gehört es zur Charakteristick ihrer Entwicklung, daß die Keimschläuche nie in eine Spaltöffnung eintreten, sondern stets die Wandungen der Oberhautzellen durchbohren. Der ganze plasmatische Inhalt der Spore dringt durch den meist sehr dünnen Theil des Keimschlauches, der die Zellwand durchbohrt, in das Innere der Oberhautzelle; hier schwillt der Keimschlauch bedeutend an und treibt Verzweigungen, während die auf der Außenfläche gelegene Spore abstirbt. Bei Phytophthora infestans ist ein Eintreten der Keimschläuche sowohl durch die Spaltöffnungen als auch durch die Zellwand beobachtet worden. Die Mehrzahl der die Zellwände durchbohrenden Keimschläuche bedarf nun zu ihrer Weiterentwicklung einer ganz bestimmten Nährpflanze; auf der Oberhaut einer andern Pflanze keimen zwar die Sporen, aber sterben alsbald wieder ab. Dieses Wahlvermögen der Pilze, das bei genauerem Studium noch manchen Aufschluß über das sog. Befallen gewisser Kulturpflanzen zu geben verspricht, geht aber noch weiter, indem sich zeigt, daß eine Anzahl von solchen Schmarotzern ganz bestimmte Organe, z. B. einen Fruchtknoten erreichen muß, um zur Fruchtbildung zu gelangen und so lange im unfruchtbaren Zustande der Mycelbildung verharrt, bis der geeignete Boden gefunden ist. Daher läßt es sich erklären, daß ein Pilz schon Monate vorher im Innern der Pflanze wuchern kann, ohne bemerkt zu werden und plötzlich, wenn die Pflanze sich zur Fruchtbildung anschickt, in staunenswerther Menge auch seine Fortpflanzungsorgane entwickelt. Die Untersuchungen der letzten Jahre

---

[1]) Biedermann's Centralbl. 1874, S. 154.

[2]) de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze 2c. Leipzig, Engelmannn, 1884.

haben in dieser Beziehung unsern Blick noch mehr erweitert und Verhältnisse kennen gelehrt, die von der durchgreifendsten Bedeutung für Wissenschaft und Praxis geworden sind. Wir meinen die Pleomorphie und den Generationswechsel.

Bis zum Jahre 1851 war die Meinung geltend, daß bei den Pilzen, wie bei den höher entwickelten Gefäßpflanzen jede Art nur in einer einzigen bestimmten Gestalt auftreten könne. Da trat um diese Zeit Tulasne mit der Beobachtung hervor, daß in der Familie der Pyrenomyceten (Kernpilze) manche Spezies eine ganze Reihe von Fruktifikationsformen zeigen können. Somit war zunächst ausgesprochen, daß das Gesetz der Pleomorphie im Pilzreiche zur Geltung kam. Es ergab sich aber gleichzeitig, daß die einzelnen Formen (Morphen), in denen eine einzige Pilzart ihren Entwicklungsgang durchläuft, in einer ganz bestimmten Reihenfolge nacheinander auftreten und die letztgebildete Fruchtform durch die Keimung ihrer Sporen das erste Entwicklungsstadium der eben durchlaufenen Formenreihe wieder erzeugt, wodurch somit ein neuer Kreislauf eingeleitet wird. Diese regelmäßige Aufeinanderfolge der Formen führt den Namen Generationswechsel. Bei vollständig beobachteten Kernpilzen gewahrt man z. B. zuerst Formen, welche, den Fadenpilzen gleich, auf einfachen Hyphen einzelne oder gehäufte, runde oder längliche Knospen (Conidien) tragen; in späteren Stadien treten zahlreiche, aus dichten Pilzfäden gebildete, meist in das Gewebe der Nährpflanze eingesenkte Becherchen auf (Spermogonien mit Spermatien). An Stelle derselben oder neben denselben entwickeln sich Behälter mit keimfähigen Knospen (Pycniden mit Stylosporen); endlich erscheint die vollkommenste Fruchtform als häufig isolirte, freistehende, schwarze, hart berindete Kapsel, welche in Schläuchen eine bestimmte Anzahl von Sporen erzeugt, die durch ihre Keimung wieder den ersten Fadenpilzzustand hervorrufen. Durch die von de Bary zuerst gemachten Beobachtungen ist aber noch ein weiterer Einblick in das Pilzleben gewonnen worden. Bei einzelnen Rostpilzen nämlich zeigt sich, daß gewisse im Generationswechsel aufeinander folgende Formen nicht mehr auf derselben Nährpflanze, die die vorhergehenden Formen getragen, zur Entwicklung gelangen, sondern eine bestimmte andere Nährpflanze brauchen. Somit bedarf ein solcher Rostpilz zu seiner vollständigen Entwicklung mehrerer Wirthe, die in der Regel sehr verschiedenen Familien angehören. Dieser nothwendige Wohnortswechsel, den der Pilz vornehmen muß, ist mit dem Namen Heteröcie im Gegensatz zur Autöcie (Wohnortsbeständigkeit) bezeichnet worden.

In der folgenden Besprechung der speziellen Krankheitsfälle werden wir Gelegenheit haben, Beispiele für die Heteröcie und andere Eigenthümlichkeiten des Pilzlebens kennen zu lernen.

## 2. Myxomycetes (Schleimpilze).

Erst die neuere Forschung hat einzelne Gattungen dieser, von den eigentlichen Pilzen in manchen wesentlichen Punkten abweichenden Klasse von Organismen als Ursachen allgemein verbreiteter Pflanzenkrankheiten festgestellt. Wir können die Myxomyceten als einen besondern Ast aus der Wurzel der allereinfachsten, zwischen Thier und Pflanze stehenden Organismen auffassen und zwar als einen Ast von Bildungstypen des Pflanzenreiches, welcher in seiner Entwicklung nach der Richtung der Rhizopoden und Spongien im Thierreich stark hinneigt. Einzelne der bedeutendsten Forscher haben sich deshab bewogen gefunden, den die Mittelstellung zwischen den eigentlichen Pilzen und den Thieren bezeichnenden Namen „Mycetozoen“ zur Bezeichnung zu verwenden.[1])

Die Spore der Myxomyceten weicht in ihrem Bau von dem entsprechenden Organ der ächten Pilze nicht ab. Bringt man dieselbe in Wasser, so reißt die oft dunkelgefärbte Membran auf und der protoplasmatische Inhalt drängt sich heraus, um alsbald eine thierähnliche, amöbenartige Bewegung anzunehmen. Dabei streckt sich das membranlose, von einem wasserhellen Schleimsaume umhüllte Plasma, in welchem man eine oder mehrere pulsirende d. h. sich stark erweiternde und wieder bis zum Verschwinden zusammenziehende Vacuolen wahrnimmt, bald hierhin, bald dorthin und sendet kleine, spitze Arme und Fortsätze (Pseudopodien) aus, welche alsbald wieder eingezogen werden. Der allmählich eine längliche Gestalt annehmende und an seinem Vorderende in eine feine, schwingende Wimper ausgezogene, fließende Plasmakörper hat den Namen „Schwärmer“ erhalten. Die Schwärmer vermehren sich durch Zweitheilung und vereinigen sich später zu größeren, ebenfalls beweglichen Plasmamassen, den Plasmodien, die immer mehr Schwärmer anziehen und zu meist farblosen, bisweilen gelben, schwarzblauen oder violettbraunen Schleimkörpern von Handgröße und darüber anwachsen können. In ihrem Inhalt bemerkt man zahlreiche Körnchen, die in einigen Gattungen der Mehrzahl nach aus kohlensaurem Kalk bestehen und die Masse vollkommen undurchsichtig machen können.

Die Plasmodien schicken sich endlich zur Sporenbildung an, indem sie sich meist zu Sporangien umbilden. Die Sporangien sind kugelige, blasenartige oder auch schlauchförmige, der Unterlage bisweilen angedrückte oder zierlich baumartig aufsteigende, entweder einzeln oder gruppenweis zusammenstehende Gebilde mit einer durch Wachsthum aus der ursprünglich weichen Plasmodialhülle entstandenen, festen Wandung. Der von dieser Wandung ein-

[1]) de Bary: Die Mycetozoen. Zeitschr. f. wissensch. Zoologie 1859, Bd. X.
Rostafinski: Versuch eines Systems der Mycetozoen. Straßburg 1873.
de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze, Mycetozoen und Bacterien. Leipzig, Engelmann, 1884.

geschlossene Inhalt zerfällt zur eigentlichen Sporenmasse und einer dieselbe tragenden, aus Röhren aufgebauten, baumartig verästelten Gerüstmasse, dem Capillitium oder Haargeflecht. Bei dieser Sonderung werden die bei den kalkführenden Myxomyceten so reichlichen Körnchen von kohlensaurem Kalk aus dem Sporenplasma ausgeschieden und wandern entweder nach der Wandung, der sie ein- oder aufgelagert werden oder ballen sich ebenso wie die Farbstoffmassen zu dichten, mit einer Membran sich umkleidenden Klumpen, die als Pigment- und Kalkblasen später im Innern des reifen Sporangiums wieder zu finden sind. In dem zerklüftenden Sporenplasma vermehren sich die Zellkerne und die gesonderten Plasmaballen umkleiden sich mit einer Membran, welche wie die Sporangiumwand und die Substanz des Capillitiums sich gegen Reagentien ähnlich wie andere Pilzsporenmembranen verhält und nur in einzelnen Fällen mit Jod und Schwefelsäure eine blaue Färbung erkennen läßt.

Aus den Sporen treten bei Aussaat in Wasser manchmal schon nach sehr kurzer Zeit wieder die Schwärmer hervor, und der eben beschriebene Entwicklungscyclus spielt sich abermals ab, falls nicht ungünstige Vegetationsbedingungen eintreten, die den Myxomycetenorganismus zwingen, in vorübergehende Ruhezustände einzutreten. Bei großer Trockenheit z. B. können sich die einzelnen Schwärmer, wie bei einzelnen Arten beobachtet worden ist, zu sporenähnlichen, blos mit einer Hülle oder selbst mit einer Membran versehenen Kugeln zusammenziehen und in diesem Zustande das Austrocknen vollständig ertragen. Sobald die Schwärmer schon zu jungen Plasmodien zusammengetreten sind, wenn eine Störung, wie Wasser- und Nährstoffmangel oder zu niedrige Temperatur eintreten, bilden sich resistentere Ruhezustände in Form dicker, doppelwandiger, gebräunter Kugeln, die auch bei Wiedereintritt günstigerer Wachsthumsbedingungen wochenlang ruhend beobachtet worden sind, ehe wieder ein Plasmodium aus ihnen hervorbrach. Die Ruhezustände der erwachsenen Plasmodien heißen Sclerotien. Das Sclerotium stellt bald eine siebartige Platte, bald, wie bei dem später erwähnten Aethalium (Fuligo) ein unregelmäßig höckeriges Knöllchen von einigen Millimetern Ausdehnung dar, in dessen Innerm das Plasma in eine Masse sehr kleiner Zellen mit scharfer Randschicht oder einer Cellulosereaktion zeigenden Membran zerfällt.

Bringt man derartige Sclerotien in Wasser, so lösen sie sich wieder zu einem empfindlichen Plasmodium in kurzer Zeit auf. Die Bezeichnung empfindlich verdienen diese Plasmamassen mit vollem Recht; denn sie zeigen eine ungemeine Reizbarkeit gegenüber kleinen Differenzen. So ist von Stahl[1]) nachgewiesen worden, daß die jungen Plasmodien schon durch einseitige Berührung mit Wasserdampf oder tropfbar flüssigem Wasser in ihren Bewegungsrichtungen beeinflußt werden und zwar zeigen sie positiven Hydrotropismus

[1]) Stahl: Zur Biologie der Myxomyceten. Bot. Zeit. 1884, Nr. 10—12.

d. h. eine Bewegung nach dem feuchteren Orte hin, während die zur Fruchtbildung fertigen, ausgewachsenen Plasmodien einen negativen Hydrotropismus besitzen. Ebenso kann man bei ihnen von einem Trophotropismus reden, da Stahl beobachtet hat, daß sie wasserentziehende und ähnlich schädliche Substanzen fliehen und ernährende Substanzen aufsuchen. Das im Folgenden erwähnte Aethalium septicum z. B. flieht ein Kochsalzkrystall, aber umfaßt ein nährendes Stückchen Lohe. Bestimmter als die Nährsubstanz wirkt oft das Licht auf die Wanderungsrichtung der Plasmodien, da dieselben gern den Schatten aufsuchen, vorausgesetzt, daß genügende Sauerstoffzufuhr vorhanden ist. Oertlichkeiten größerer Sauerstoffzufuhr werden bevorzugt. Ganz besonders einflußreich ist aber die Wärme. Durch das typische Aufsuchen der wärmeren Regionen des Substrates erklärt es sich, daß die Lohblüthe im Herbst abwärts wandert und endlich als Sclerotium in Winterruhe tritt. Wenn im Frühjahr eine Erwärmung von oben her sich im Lohhaufen einstellt, kommen die mobilisirten Plasmodien wieder in die Höhe. Ebenso erklärt sich aus dem positiven Hydrotropismus das plötzliche Erscheinen der Lohblüthe an der Oberfläche des Bodens nach einem Regen.

Es wirkt hierbei auch der von Jönsson[1]) beschriebene Rheotropismus mit; derselbe äußert sich in der Form, daß das Plasmodium von Aethalium septicum dem Wasserstrome entgegen nach der Wasserquelle hinwandert. Dagegen ist es dem negativen Hydrotropismus zuzuschreiben, wenn man die gelbe Lohblüthe an den Stämmen und großen Blättern der Warmhauspflanzen aufwärts wandern sieht, um von dem feuchten Lohbeete möglichst entfernt zum Sporangium zu erstarren.

Bei den bis jetzt bekannten, parasitären Myxomyceten wird sicherlich dieselbe Reizbarkeit gegenüber den vorerwähnten Einflüssen sich kundgeben, und eine wesentliche Ursache für die Verbreitung des Schmarotzers darstellen.

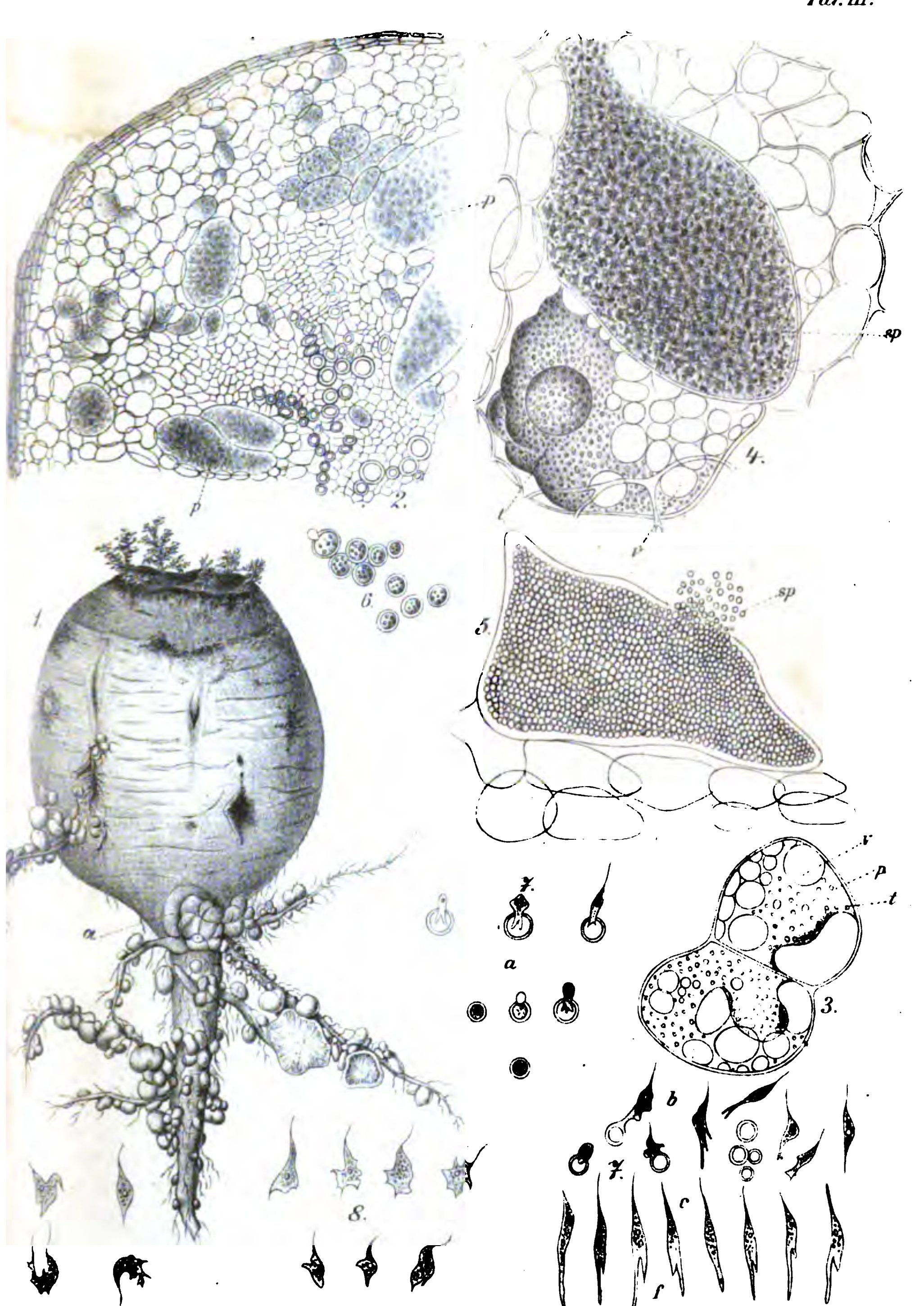
## Hernie der Kohlpflanzen.

(Hierzu Tafel III.)

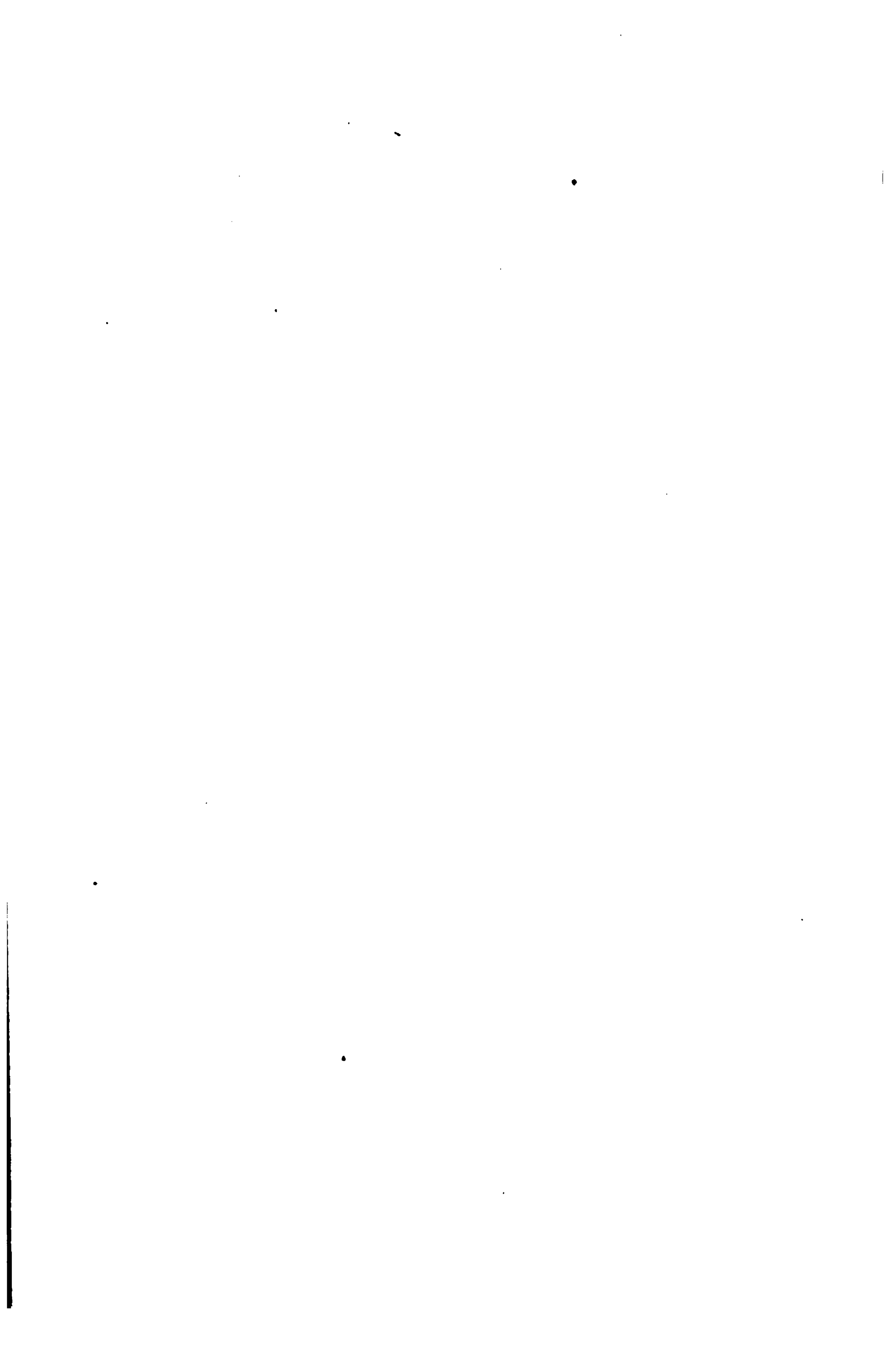
Der unsern Kulturpflanzen schädlichste Myxomycet ist unstreitig Plasmodiophora Brassicae Wor., der an Kohlgewächsen außerordentlich zahlreiche, verschiedengestaltete, perlenartig gehäufte Anschwellungen hervorruft. (Fig. 1)

In allen Kohl bauenden Distrikten sind Anschwellungen der Wurzel und Stengelbasis bekannt; sie treten in Gärten, die ein reiches Düngerkapital zur Verwendung bringen, manchmal in so hohem Grade auf, daß die Ernte ganz wesentlich beeinträchtigt wird. Im geringsten Falle schaden sie den Pflanzen dadurch, daß das Nährmaterial, welches von den Wurzeln aufgenommen,

[1]) Bengt Jönsson: Der richtende Einfluß strömenden Wassers auf wachsende Pflanzen und Pflanzentheile. (Rheotropismus). Ber. d. deutsch. bot. Ges. Bd. I. Heft 10.




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



zur Ausbildung der bis zur Faustgröße vorkommenden, nutzlosen Geschwülste verwendet wird und somit den nutzbringenden Theilen verloren geht, dieselben also schwächer entwickelt erscheinen. In extremen Fällen wird gleichzeitig das Allgemeinbefinden der Pflanzen derartig gestört, daß unter theilweiser Fäulniß des Wurzelkörpers die Kohlpflanze ein kümmerliches Dasein fristet und unter schnellem, häufigen Welken einen schwachen Blattapparat produzirt, ohne überhaupt verwendbare Ernteprodukte zu liefern.

Bei manchen Kulturen findet man vorzugsweise größere, kugelige, nicht zahlreiche, immer weiß und festbleibende Auswüchse an der Stengelbasis oder der Hauptwurzel in der Nähe des Wurzelhalses. In anderen Fällen herrschen die kleineren, zahlreichen, nicht selten spindelförmigen, leicht braun werdenden und zur Fäulniß geneigten Anschwellungen der feineren Endigungen der Hauptwurzel und auch der Nebenwurzeln vor. Vielfach sind beide Formen gemeinschaftlich an denselben Pflanzen kenntlich.

Nicht alle diese Geschwülste werden durch dieselbe Ursache hervorgerufen; jedoch ist es bis jetzt nicht gelungen, makroskopische Merkmale zu finden, welche mit Sicherheit durch das bloße Auge schon entscheiden ließen, von welcher Ursache eine Geschwulst hervorgerufen worden sein mag. Nur im Allgemeinen läßt sich aussprechen, daß die großen, fest bleibenden, sparsameren, der Hauptachse aufsitzenden, schließlich zusammenschrumpfenden und nicht faulenden Auswüchse, namentlich die in der Nähe des Wurzelhalses, Gallen sind, welche durch die Larve des Kohlgallen-Rüsselkäfers (Ceutorhynchus sulcicollis) hervorgerufen werden. Dieser Käfer legt ein Ei in die Wurzelrinde, deren Zellen durch den Reiz, den namentlich die aus dem Ei auskriechende, fußlose Larve ausübt, in starke Vermehrung gerathen und zu mehr als nußgroßen Beulen den Wurzelkörper einseitig auftreiben. Wenn solche Gallen an Rüben sich einstellen, werden dieselben einseitig schief. Bei dem Durchschneiden findet man einen Hohlraum im Innern, der durch den Fraß der Larve allmählich vergrößert wird, bis die Larve sich einen Ausgang bohrt, um in der Erde sich zu verpuppen.

Nach Kühn[1]) soll auch noch ein anderer Rüsselkäfer (Baris lepidii), der Kressenmauszahnrüssler, derartige Gallen hervorbringen; es wird jedoch diese schon früher von Heeger ausgesprochene Ansicht von Taschenberg[2]) bezweifelt. In wie weit die in verschiedenen zoologischen Werken noch als Ursachen von Anschwellungen an Kohlpflanzen angegebenen Thiere, wie namentlich die Kohlfliege (Anthomyia Brassicae und A. trimaculata), sowie die Gattung Curculio thatsächlich als Gallenerzeuger mitwirken, bleibt noch festzustellen.

---

[1]) Deutsche landw. Zeit. 1878, Nr. 85, cit. Bot. Zeit. 1880, S. 56.

[2]) Entomologie für Gärtner und Gartenfreunde. Leipzig 1871. S. 74.

Sicher ist, daß man am häufigsten Kohlwurzelanschwellungen antrifft, die nicht durch Thiere erzeugt, sondern durch den obengenannten Pilz hervorgerufen werden.

Bevor wir aber zur Beschreibung der durch die Plasmodiophora hervorgerufenen Krankheitserscheinungen, welche durch Woronin's[1]) schöne Arbeit klar gelegt worden sind, übergehen, muß noch hervorgehoben werden, daß es auch Auswüchse an den Kohlwurzeln giebt, welche als eine durch Samen sich fortpflanzende Mißbildung gesunder Pflanzen aufzufassen ist.[2]) Der einzige bis jetzt sicher constatirte Fall ist der bei einer aus Plicken bei Gumbinnen von John Reitenbach stammenden Wruke (Brassica Napus L.). Dieselbe besaß eine Menge kleiner Knöllchen von Senfkorn- bis Wallnußgröße am unteren Theil der länglich-eiförmigen Hauptwurzel, von denen mehrere Laubsprossen sich entwickelten. Von Pilz, Insekt oder äußerer Beschädigung fand Caspary bei sorgfältiger, anatomischer Untersuchung keine Spur. Von den losgetrennten Knöllchen mit Sprossen kam eines zur Entwicklung des Blüthenstengels und zur Samenproduktion. Sämmtliche 38 Pflanzen, die aus dem Samen hervorgegangen waren, zeigten ohne Ausnahme knollige Bildungen an den Haupt- und stärkeren Nebenwurzeln; bei 22 Pflanzen besaßen einzelne Knöllchen auch Laubsprossen. Diese Bildungen blieben auch in einer folgenden Generation constant und erwiesen sich bei mikroskopischer Untersuchung als vollkommen gesund.[3])

Die hier gegebenen Beobachtungen Caspary's sind unzweifelhaft richtig, da auch Woronin, der früher die Meinung ausgesprochen, daß alle Auswüchse durch die Plasmodiophora hervorgebracht würden, sich selbst überzeugt und die Caspary'schen Angaben bestätigt hat.[4]) Hervorzuheben ist, daß das Erscheinen von Laubsprossen auf den Anschwellungen nicht charakteristisch für den von Caspary beobachteten Fall ist, sondern daß auch bei den echten, pilzbewohnten Auswüchsen solche Sprosse entstehen können.

Zu seiner Annahme, der Pilz sei die einzige Ursache der Anschwellungen, kam Woronin durch die Untersuchungsergebnisse kranker Pflanzen, welche die Petersburger Gemüsegärtner ihm lieferten. Die Krankheit, welche unter dem Namen Kapoustnaja Kila in Rußland bekannt ist, verursacht durch ihre Zunahme, namentlich in der Umgebung von Petersburg, bedeutenden Schaden. Sie ist in den Kulturländern Europa's und in Amerika bekannt. Die Eng-

---

[1]) Plasmodiophora Brassicae Wor. Urheber der Kohlpflanzen-Hernie. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. 1878. Bd. XI. S. 548.

[2]) Caspary in Schriften d. phys.-ökonom. Ges. zu Königsberg 1873. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot. Bd. XII. S. 1.

[3]) Caspary: Ueber erbliche Knollen- und Laubsprossenbildung an den Wurzeln von Wruken. (Brassica Napus L.). Pringsheim's Jahrbücher 1879—81. Bd. XII. S. 1.

[4]) Bot. Zeit. 1880, S. 56.

länder nennen sie Clubbing, Club-Root, Hanbury, Fingers and toes; unter letzterem Namen ist sie auch in Schottland und Amerika bekannt. In Belgien führt sie die Bezeichnungen Vingerziekte und maladie digitoire. Die größte Störung erleiden die Pflanzen, wenn sie schon im jugendlichen Alter von der Kohlhernie ergriffen werden; doch sind alte Pflanzen auch nicht geschützt. Selbst im Herbste, wenn die Kohlköpfe schon von ihren Strünken abgeschnitten sind, können die Letzteren noch befallen werden.

Die Farbe der herniösen Auswüchse ist dieselbe wie die der gesunden Wurzeln; im Durchschnitt erscheinen sie schneeweiß und derbfleischig; mit zunehmendem Alter werden sie runzelig, welk und mürbe, dunkler und faulig. Nicht selten, namentlich bei feuchter Witterung, bilden die Geschwülste zuletzt eine breiige, stinkende Masse, wobei das Wurzelparenchym auseinander fällt und nur die Gefäßbündel als faserige Stränge noch einige Zeit erhalten bleiben. Die Fäulniß beginnt meist vom unteren Theile der Hauptwurzel aus, während der obere Theil derselben gleichzeitig noch neue, frische Wurzeln entwickelt; doch erkranken auch diese bald unter Bildung kleiner Anschwellungen. Schließlich findet man Pflanzen, welche nur noch mit neuen, aus dem Wurzelhalse oder dem Strunke an oder selbst über der Erdoberfläche entspringenden, gesunden Wurzeln im Boden festsitzen, während der ganze ursprüngliche Wurzelapparat bereits verfault ist. Diese Pflanzen welken bei etwas intensiverem Sonnenschein sehr bald und man erkennt dann an diesem schnellen Welken, auf welches bei Nacht wieder ein Straffwerden der Blätter folgt, die hochgradige Wurzelerkrankung.

Bekannt ist die Hernie bei den verschiedensten Arten der Gattung Brassica; es leiden sowohl Br. oleracea, wie z. B. Kopfkohl, Blumenkohl, Braunkohl, Wirsing, Kohlrabi, als auch alle Rübensorten, die von Br. Napus und Br. Rapa stammen. Auch einige andere Gattungen aus der Familie der Kreuzblüthler, wie z. B. die Levkoye (Matthiola incana) und der Gartenileris (Iberis umbellata) sind bereits herniös beobachtet worden.

Unsere Tafel zeigt in Fig. 1 eine Wasserrübe, deren Wurzeln dicht bedeckt mit den perlartigen, herniösen Auswüchsen sind. An einzelnen Stellen erheben sich aus dem Wurzelkörper gekrümmte, grüne Adventivsprossen (1 a). (Die die Entwicklungsgeschichte des Parasiten darstellenden Figuren sind nach Woronin gezeichnet.)

Die ersten Anzeichen der Hernie machen sich im Querschnitt der erkrankenden Wurzel dadurch kenntlich, daß einzelne Zellen des Rindenparenchyms mit einer undurchsichtigen, farblosen, feinkörnigen, plasmatischen Substanz erfüllt sind und ihre Umgebung in der Regel an Größe etwas übertreffen. Neben dieser Vergrößerung der Zellen stellt sich in der Wurzel auch eine reichliche Zellenvermehrung ein. Außer den mit Plasma erfüllten Zellen zeigen sich in der Regel bald auch solche, die mit sehr kleinen, kugeligen, ebenfalls farblosen

Körperchen (Fig. 5) dicht angefüllt sind. Letztere stellen die Sporen des Parasiten dar, während die formlosen, schleimigen Plasmabildungen in den vergrößerten Zellen den hautlosen Mycelkörper des Pilzes repräsentiren, welcher den Namen Plasmodium führt (Fig. 2 und 3 p).

Nach Bau und Entwicklung stellt sich der Pilz, der von Woronin den Namen Plasmodiophora Brassicae erhalten, als einer der einfachsten Myxomyceten dar, dessen Plasmodien aus einer farblosen, durchsichtigen, etwas zähen, amorphen Schleimsubstanz bestehen, in der feine Körnchen und Oeltröpfchen eingebettet sind. In Fig. 3 sind bei t die feinen Tröpfchen angedeutet, welche die Trübung der Substanz veranlassen; mit v sind die in verschiedener Menge enthaltenen Vacuolen bezeichnet, durch welche das Plasmodium ein schaumiges Aussehen erlangen kann. Es gleicht somit in seinem Verhalten dem gewöhnlichen Zellenplasma, von welchem es anfangs außerordentlich schwer zu unterscheiden ist, zumal auch die allen Plasmodien zukommende Bewegung eine sehr träge ist. Langsam kann es von Zelle zu Zelle wandern, was wahrscheinlich durch die siebplattenähnlichen Tüpfelgruppen geschieht, welche in den Wänden fast aller Parenchymzellen der Kohlwurzeln sich vorfinden.

Wenn das Plasmodium sich zur Sporenbildung anschickt, treten in seiner ganzen Masse kleine, gleichmäßig vertheilte Vacuolen auf; es wird dadurch ein feines, plasmatisches Netz gebildet, dessen Substanz sich später unter Verschwinden der Vacuolen in kleine, kugelige Anhäufungen zusammenzieht (Fig. 4 sp), welche die Anfänge der Sporen darstellen. Die sich immer schärfer contourirenden Sporen bleiben zunächst durch die wasserhelle Zwischensubstanz mit einander verkittet und füllen fast immer die ganze Nährzelle aus; sie sind nicht, wie dies fast ausnahmslos mit den andern Myxomyceten der Fall, mit einer besonderen Membran (Sporangiumwand) umgeben, sondern lediglich durch die Cellulosewandung der Nährzelle geschützt. Sie werden dadurch frei, daß die Nährzelle der Auflösung anheimfällt, was um so schneller geschieht, je nasser der Boden ist. Während im trockenen Lande die herniösen Anschwellungen eine längere Zeit hindurch ohne wesentliche Aenderungen sich erhalten, beginnt bei Nässe eine Fäulniß der Wurzelanschwellungen schon zur Zeit der Sporenbildung. Die Nährzellen lösen sich von einander und schließlich werden (vermuthlich unter Mitwirkung von Bacterien) auch die Zellmembranen gelöst und in eine übelriechende Jauche verwandelt.

Die 1,6 Mik. großen Sporen (Fig. 6) besitzen eine völlig glatte, zarte, farblose Membran und feinkörnigen, farblosen Inhalt; ihre Keimung erfolgt durch Hervorbrechen ihres thierähnlich beweglichen, dem Gehäuse entschlüpfenden, frei wandernden, membranlosen Keimkörpers, der Myxamöbe (Fig. 7 a). Die aus der Spore eben ausgekrochene und in Wasser sich frei bewegende Myxamöbe besitzt einen etwas verlängerten, spindelförmigen Körper (Fig. 7 b), der an seinem schnabelförmig fein zugespitzten, vorderen Ende mit einer ziemlich

langen, peitschenförmigen Wimper versehen ist und in seinem Innern immer eine langsam pulsirende Vacuole und einige kleine Körnchen erkennen läßt (Fig. 7 c). Die Bewegungserscheinungen dieses thierähnlichen Keimkörpers sind sehr charakteristisch. Es richtet sich die nebst dem sie tragenden Schnabel außerordentlich bewegliche Wimper zunächst stets nach vorn, wenn sie die gewöhnlichen, fließenden Bewegungen unternimmt, wobei sie den vielfachen Gestaltenwechsel anderer Myxamöben zeigt (Fig. 8). Außerdem und zwar meist vor Eintritt dieser allen Myxamöben zukommenden Bewegung, zeigt sich bei Plasmodiophora eine annähernd schreitende oder rudernd kriechende Fortbewegung; dieselbe kommt dadurch zu Stande, daß das untere oder hintere Körperende eine feine, fadenförmige Ausstülpung herausstreckt (Fig. 7 f), mittels welcher sich die Myxamöbe einem beliebigen, unter Wasser befindlichen Gegenstande fest ansetzt. Alsbald wird dieser Fortsatz wieder eingezogen und sofort ein anderer ausgestülpt, der sich in einiger Entfernung von dem Ersten ansetzt.

Es ist zu vermuthen, daß diese Vorrichtung bei dem Eindringen des Myxamöbenkörpers förderlich ist. Nachgewiesen ist dies allerdings noch nicht, sowie überhaupt das Eintreten in den Wurzelkörper noch nicht direkt unter dem Mikroskope beobachtet werden konnte. Trotz dieses Mangels aber ist kein Zweifel daran, daß die Plasmodiophora in die gesunden Wurzeln einzudringen vermag und dieselben krank macht. Gestützt ist diese Ansicht durch die Woronin'schen Versuche, der gesunde Kohlsamen in eine fette Mistbeeterde säete, welcher reichlichst hernie-kranke Wurzelstücke beigemengt waren; ebensolche Stücke wurden auch dem zum Begießen bestimmten Wasser zugesetzt. Die jungen Pflänzchen zeigten kleine, aber charakteristisch ausgebildete Anschwellungen der Wurzeln, während die mit destillirtem Wasser begossenen Parallelpflanzen in nicht infizirter Erde gesunde Wurzeln behielten.

Bei Pflänzchen, welche nur in pilzhaltigem Wasser kultivirt wurden, konnten Wurzelanschwellungen zwar nicht wahrgenommen werden, wohl aber ließen sich Plasmodien in den Wurzelhaaren und Epidermiszellen erkennen. Das Nächstliegende ist, diese Plasmodien zu Plasmodiophora gehörig anzusehen.

Es genügen aber die ersterwähnten, in Erde ausgeführten Infectionsversuche, um zu zeigen, daß die Pilzansteckung im Boden ohne Schwierigkeit vor sich gehen kann.

Bei Bekämpfung der Krankheit wird man zunächst von allen denjenigen Mitteln abzusehen haben, welche sich auf Vernichtung des Pilzes in der Pflanze beziehen. Es ist nicht denkbar, daß einmal ein Mittel gefunden werden könnte, welches innerhalb der Wurzelzellen das mit dem Protoplasma der Nährzelle vermengte Plasmodium tödten und das Erstere unverletzt lassen könnte. Man kann daher nur Vorbeugungsmaßregeln in's Auge fassen. Dahin gehört in erster Linie die möglichste Verminderung der Sporen im Acker und diese wird sehr gut durch sofortiges Verbrennen der Kohlstrünke im Herbst erreicht. Durch

Fäulniß der Wurzeln im Boden wird natürlich eine Verbreitung des Pilzes eingeleitet, welche gar nicht günstiger gedacht werden kann. In der fetten, feuchtgehaltenen Mistbeeterde, in welcher meist die Gemüsepflänzchen im Frühjahr herangezogen werden, kann sich leicht die Plasmodiophora einfinden; es ist deshalb auf das Sorgfältigste bei dem Auspflanzen Acht zu geben, daß nicht schon Sämlinge mit Anfängen von Anschwellungen auf das Gemüseland gebracht werden. Anstatt etwaige kranke Pflänzchen auf den Composthaufen zu werfen, verbrenne man dieselben. Im Verein mit diesen Maßregeln wird die Befolgung der Vorsicht, den Kohl nicht alle Jahre auf demselben Ackerstück zu bauen, der Krankheit sicherlich Einhalt thun. Diese Vorschrift ist eigentlich die am meisten beherzigenswerthe; denn in der Praxis läßt sich bei dem Pflanzen und Ernten, die von Leuten ausgeführt werden, welche meist interesselos und wie eine Maschine arbeiten, nicht erwarten, daß sie alle Strünke aus dem Boden sorgfältig herausziehen oder die Sämlinge genau auf Wurzelanschwellungen prüfen.

Es ist daher bei Feldern, die einmal erkrankte Pflanzen getragen, fast immer wieder ein reiches Sporenmaterial im Boden vorauszusetzen und darum bleibt es das Sicherste, den Kohlbau auf solchen Ländereien einige Jahre auszulassen, bis das Sporenmaterial zerstört ist. Wenn dies nicht ausführbar ist, so rigole man wenigstens das Gemüseland auf 60 cm Tiefe im Winter. Auch die Beimengung von ungelöschtem Kalk zur Erde in den Pflanzreihen einige Zeit vor dem Auspflanzen ist zu versuchen.

### Figurenerklärung.

Fig. 1. Turnips (Brassica Rapa) mit herniösen Anschwellungen.

Fig. 2. Querschnitt einer Kohlwurzel, die reichlich erkrankt ist, p vergrößerte Parenchymzellen mit Plasmodien des Pilzes.

Fig. 3. Zwei isolirte Parenchymzellen, die bereits mit dem Plasmodium ganz ausgefüllt sind; v sind die Vacuolen, t die Oeltröpfchen im schaumig erscheinenden Körper, p, der Plasmodiophora.

Fig. 4 zeigt in der unteren Zelle noch den schleimig-vacuoligen Zustand des Pilzes, in der oberen Zelle dagegen das Auftreten festerer Kerne, sp, als Anfänge der Sporenbildung.

Fig. 5. Parenchymzelle mit reifen Sporen sp.

Fig. 6. Reife, isolirte Sporen des Pilzes.

Fig. 7. a Keimende Sporen; die hautlose Myxamöbe schlüpft allmählich aus der Spore; b freischwimmende Myxamöben mit nach vorn gerichteter Wimper; c Myxamöben mit Fuß f.

Fig. 8. Aeltere (etwa 6 Tage alte) Myxamöben in der gewöhnlichen fließenden Bewegung und Gestaltung mit pulsirender Vacuole (Fig. 2—8 nach Woronin).

## Die Hernie der Erlenwurzeln.

Bereits im ersten Theil des Buches ist (S. 747) eine Beschreibung der so häufig vorkommenden, traubenförmigen Körper gegeben worden, welche an den Wurzeln der Erlen zu finden sind. Die Untersuchungen von H. Möller[1]) haben nun die Existenz eines dem Vorigen, die Hernie der Kohlpflanzen veranlassenden Plasmodium ungemein ähnlichen Gebildes in dem Gewebe der Erlenauswüchse nachgewiesen und es somit höchst wahrscheinlich gemacht, daß dieses Plasmodium auch die Ursache der traubigen Auswüchse ist.

Im jugendlichen Zustande des Schmarotzers sieht man dessen Plasma als ein feinkörniges, scharf abgegrenztes Individuum im Protoplasma der Wirthszelle eingebettet liegen. Allmählich wird das Pilzplasma größer und dichter gekörnt; man sieht wohl auch, daß es von Zelle zu Zelle wandert, aber man kann keinen wesentlich störenden Einfluß auf das Plasma der Nährzelle, das bis zur völligen Sporenreife des Pilzes lebendig bleibt, wahrnehmen. Bei Beginn der Sporenbildung sammelt sich das dickkörnig gewordene Pilzplasma an einzelnen Punkten der Nährzelle, wodurch eine netzförmige Zeichnung entsteht; es ballt sich darauf klumpig, die Klumpen runden sich ab und werden endlich zu zahlreichen, in ihrer Größe sehr wechselnden Sporen, die in einer zähen, farblosen Zwischensubstanz eingebettet liegen.

Möller glaubt nun, daß die früher als Pilz mit fädigem Mycel beschriebene Schinzia Alni identisch sei mit gewissen Entwicklungsphasen seiner Plasmodiophora, während Woronin[2]) geneigt ist, die Schinzia als einen zweiten, neben dem Schleimpilze vorkommenden Parasiten zu betrachten. Gleichviel welche von den beiden Anschauungen sich bewahrheiten wird, so übt das Resultat keinen Einfluß auf etwaige Maßnahmen zur Heilung der Erlen-Hernie. Bei dem allgemeinen Vorkommen der Auswüchse in den verschiedensten Lagen und Bodenarten und der Ungefährlichkeit derselben wird aber ein Bedürfniß zur Heilung kaum jemals eintreten.

Durch die Entdeckung des Plasmodiums in den Erlenauswüchsen gewinnt auch die von Kny[3]) veröffentlichte Beobachtung erhöhtes Interesse, daß in den noch in Theilung begriffenen Parenchymzellen der Leguminosenknollen ein Plasmodium ebenfalls nachweisbar sei (s. Theil I, S. 748). Es ist nicht unwahrscheinlich, daß sich in der Familie der Schleimpilze, welche sonst durchaus saprophytisch lebend gefunden wird, ein aus mehreren Gattungen bestehender, parasitischer Ast feststellen lassen wird. Eine Bestätigung unserer Vermuthung

---

[1]) H. Möller: Plasmodiophora Alni. Ber. d. deutschen bot. Ges. 1885. Heft 3, S. 102.

[2]) Woronin: Bemerkung zu dem Aufsatze von Herrn H. Möller über Plasmodiophora Alni. Ber. d. deutschen bot. Ges. 1885, Heft 4, S. 177.

[3]) Sitzungsber. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg v. 26. April 1878, cit. Bot. Zeit. 1879, S. 57.

sehen wir in einer Beobachtung Goebel's. Derselbe untersuchte eine Knollenbildung an Ruppia rostellata[1]), welche von einem der Plasmodiophora verwandten Parasiten verursacht wird. Die anfangs weißlichen, im Herbst bräunlich sich färbenden Knollen, welche an Stämmen, Blättern und Blüthenstielen beobachtet wurden, zeigen eine braune Centralparthie, deren Zellen mit zahlreichen, farblosen, glatten, immer zu vier beieinanderliegenden Sporen erfüllt sind. Auf diese Lagerung der Sporen deutet der Name des Parasiten: Tetramyxa parasitica. Die Sporen entstehen aus einem farblosen Plasmodium, das in den Zellen vegetirt. Eine Keimung der Sporen ist nicht beobachtet worden.

Aber auch andere Gattungen können noch eine Bedeutung in der Pathologie erlangen. So sind mir Fälle zur Beobachtung gekommen, in denen die in der Einleitung mehrfach erwähnte Lohblüthe (Aethalium septicum, jetzt Fuligo varians) in Stecklingskästen zu einer Ausbildung gelangte, daß große Mengen von Stecklingen (Azalea indica) zum Theil erstickt, zum Theil (Camellia japonica) wenigstens bleichlaubig wurden. Ohne wesentlichen anderen Nachtheil als den, daß die bewohnten Pflänzchen ein höchst unsauberes Ansehen annahmen, sah ich Stemonitis fusca auf Stecklingstöpfen von Heliotropium auftreten. Dadurch daß die Plasmodien dieses Pilzes an der Basis der jüngsten Blätter sich aufhielten, wurde ein Theil des Pilzes auf der noch tiefer stehenden, nach dem Spritzen länger feucht bleibenden Stengelspitze erhalten und von den folgenden, neu sich entwickelnden Blättchen wieder mit in die Höhe gehoben. Dadurch waren die violettbraunen, zunderartigen Reste des Pilzes auf fast alle Blätter der etwa 8 cm hohen Pflänzchen gekommen.

Mit den Myxomyceten verwandte Organismen sind die Vampyrellen. Die Arten der Gattung Vampyrella Cienk. bildet an verschiedenen Algen kapselartige Behälter (Cysten), deren reifer, orangegelber bis ziegelrother Inhalt in Form von beweglichen, nackten Protoplasmakörpern austritt. Diese Schwärmer bilden durch Copulation kleine Pasmodien, welche entweder die ganze Nährpflanze (Diatomeen, Desmidien) umfließen und bis auf die Membranreste verdauen oder sich an die Zellen größerer Algen (Spirogyra) anlegen, um, nachdem sie dieselben durchbohrt und ihren Inhalt eingesogen haben, wieder in den Cystenzustand überzugehen.[2])

## 3. Schizomycetes (Spaltpilze).

Diese Gruppe pflanzlicher Organismen, welche unter dem Namen „Bacterien“ allgemein bekannt ist, zeichnet sich dadurch aus, daß die hierher gehörigen Arten, die oft von außerordentlicher Kleinheit und kugeliger oder kurz-stäbchen-

---

[1]) Flora 1884, Nr. 28.

[2]) Julius Klein: Ueber Vampyrella. Bot. Zeit. 1882, Nr. 12 und 13.

förmiger Gestalt sind, bei zusagender Nahrung unbegrenzt durch Spaltung in zwei gleich gestaltete Tochterzellen sich vermehren. Die meisten Formen sind farblos; indeß sind bei einigen Gattungen ein rother Farbstoff im Protoplasma (Beggiatoa roseo-persicina) oder auch blaue, gelbe, rothe und andere Farbstoffe (Micrococcus), die wahrscheinlich nur in der Membran sitzen, wahrgenommen worden. Einzelne Beobachtungen scheinen zu constatiren, daß in einigen Arten auch Chlorophyll vorkommen kann (Bacterium viride und chlorinum); indeß werden über diesen Punkt vermehrte Untersuchungen noch abzuwarten sein. Sicher dagegen ist, daß bei gewissen Gattungen (Clostridium (Bacillus) butyricum und Spirillum amyliferum) sich vor dem Eintritt der Sporenbildung eine Substanz im Protoplasma nachweisen läßt, welche die Stärkereaktion zeigt.

Sehr charakteristisch und für die Erkennung von Bacterienheerden durch das bloße Auge sehr maßgebend ist das Verhalten der Membran. Hautlose Individuen sind bisher nicht beobachtet worden, obgleich manchmal die jugendliche Membran ungemein zart ist und nur durch Anwendung von Färbemitteln erkennbar wird. In vorgerücktem Alter des Organismus aber zeigt die Haut starkes Dickenwachsthum und dabei ein Verschleimen der äußeren, ältesten Lagen. Durch diesen Verschleimungsprozeß erscheinen die meist in großen Colonien zusammenlebenden Bacterien als farblose oder intensiv gefärbte, zarte Schleimflocken oder derbere Gallertmassen.

Auch bei den Bacterien finden sich noch viele Formen, die eine freie Bewegung haben; sie rücken in der Flüssigkeit schnell vorwärts, wobei sie sich um ihre Längsachse drehen und bisweilen auch sich wurmartig zusammenziehen können. Ein eigentliches Bewegungsorgan ist meist nicht erkennbar; doch kommen Genera vor, welche an einem oder beiden Enden ihres cylindrischen Körpers mit ein oder zwei Wimpern oder „Geißeln" versehen sind.

In der Regel dann, wenn die Ernährung der Individuen beginnt, eine kümmerliche zu werden, läßt sich bei manchen Arten die Entstehung einer Dauerspore nachweisen, indem sich der plasmatische Inhalt eines Individuums zu einem stark lichtbrechenden, scharf contourirten Körper ausbildet, der bei Eintritt günstiger Wachsthumsverhältnisse zu neuen, vegetativen Individuen wieder auswachsen kann.

Die Hauptformen, in denen man den Bacterien begegnet und die häufig aus einander hervorgehen, sind die Stäbchenform (Bacillus, Langstäbchen, Bacterium, Kurzstäbchen, Clostridium, Spindelstäbchen), die sich zu korkzieherartig gewundenen, oft sehr langen Formen bei einzelnen Gattungen auswachsen kann (Spirillum, Spirochaete, enggewundene, und Vibrio, steile Schrauben). Andrerseits können die Stäbchen durch schnelle, fortgesetzte Theilung zu isodiametrischen oder ganz kurz gestreckten Individuen von außerordentlicher Kleinheit zerfallen und dann die Körnerform (Coccus) darstellen.

Von den so bedeutsamen Zersetzungen, welche durch Bacterienvegetation im

organischen Reiche hervorgerufen werden, ist hier nur ein Beispiel in den „Rotzkrankheiten“ anzuführen.

Mit dem Namen „Rotz“ (Bacteriosis) sei eine neue Krankheitsgruppe bezeichnet, welche sich dadurch charakterisirt, daß die befallenen, fleischigen Pflanzentheile durch Bacterienvegetation in eine schleimig-schmierige, höchst übelriechende Breimasse verwandelt werden. Die Breimasse entsteht durch Auflösung der Cellulosewand, oft unter vorherrschender Erhaltung der Stärke, aber beträchtlichem Verbrauch von Zucker; bei dem Auflösungsprozeß verschwindet häufig die saure Reaktion des Gewebes und macht einer scharf alkalischen Platz.

Man hat bisher diese Krankheitserscheinungen z. Th. mit andern, denen sie in der Regel folgen, als Phase in dasselbe Krankheitsbild gebracht, z. Th. aber hat man diese Bacterienfäulniß ganz übersehen. Es ist unzweifelhaft, daß man im Laufe der Zeit eine große Anzahl von Rotzkrankheiten erkennen wird. Vorläufig aber sind nur zwei genauer studirt worden. Die erste, längstbekannte ist

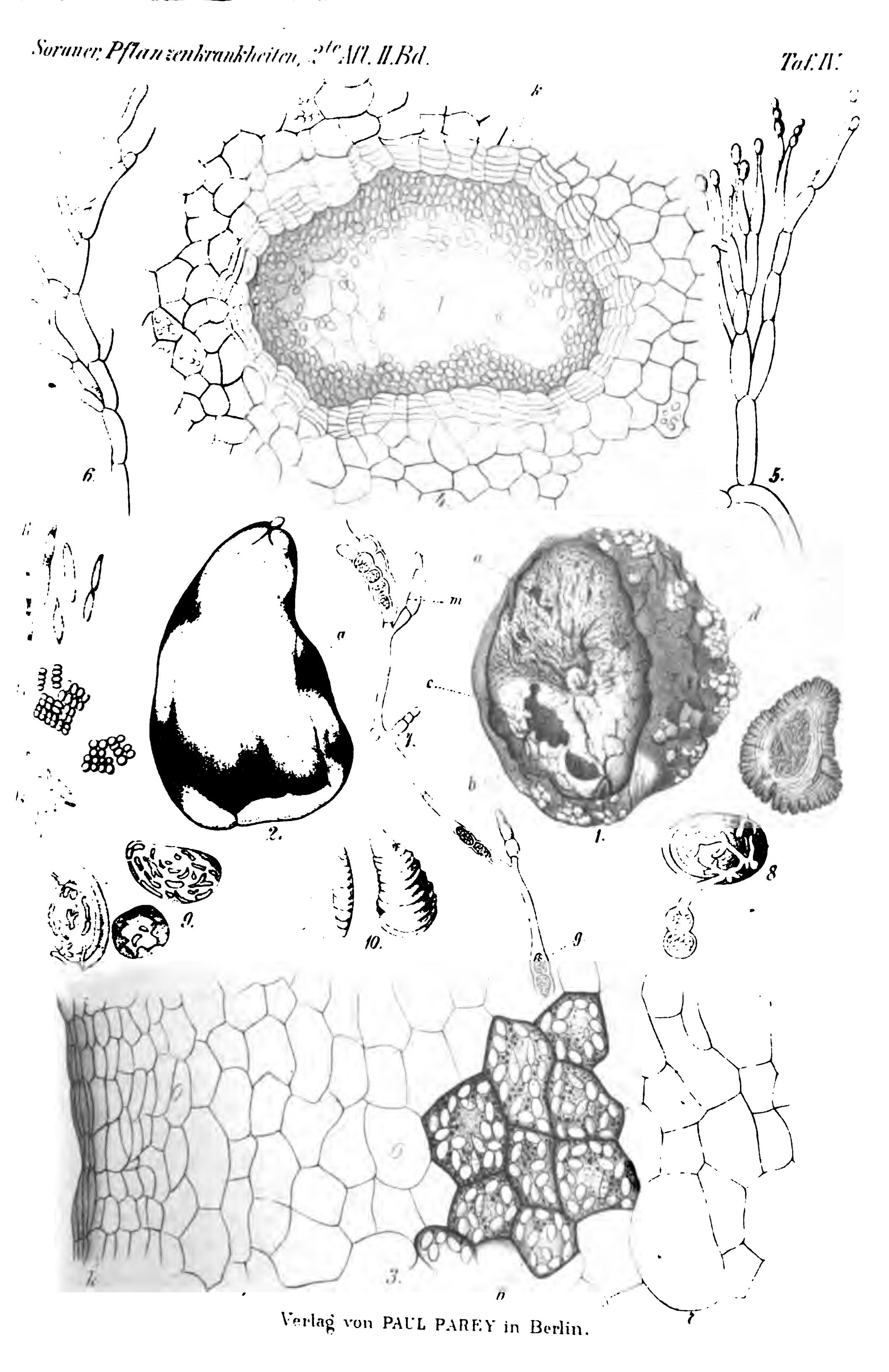
## der Rotz der Kartoffelknolle oder die Naß- und Trockenfäule.

(Hierzu Tafel IV.)

Als „naßfaul“ wird vom Landwirth die Knolle bezeichnet, die schon im Acker bei der Ernte oder auch in den winterlichen Aufbewahrungsräumen einen weichen, breiartigen, höchst übelriechenden, bald hellgelben oder bald mehr chromgelben Inhalt aufweist. Die Kartoffel kann dabei ihr straffes Aussehen behalten und erst durch Druck erkennen lassen, daß die häufig unverletzte Schale nur ein gedunsener Sack mit gelben, jauchigem Inhalte ist. Wird eine solche Knolle angestochen, so läuft eine scharf sauer reagirende, in den meisten Fällen nach Buttersäure, bisweilen aber auch in anderer Weise ekelerregend riechende Flüssigkeit ab, wobei vielfach Gasblasen mit ausgetrieben werden. Der feste, rückbleibende Brei reagirt entweder sofort oder nach kurzer Zeit alkalisch. Ausnahmen kommen vor, wenn die Zersetzung in anderer Richtung verläuft. Die mit destillirtem Wasser verdünnte Flüssigkeit bleibt sauer und der trocknende Brei nimmt in der Regel an Intensität seiner alkalischen Reaktion zu. Nach dem mir zugänglich gewesenen Material ist das „Ersaufen der Knollen“ dieselbe Krankheit.

Am schönsten tritt die alkalische Reaktion in dem Gewebe auf, das bereits vollkommen breiartig geworden, während die Vorstufen dieser Fäulniß, welche diejenigen Stadien umfassen, in denen das Gewebe der Knolle noch fest ist, größtentheils das Lakmuspapier stark röthen.

Unter dem Mikroskop erscheint der flüssige Brei der Hauptsache nach aus Stärkekörnern und Plasmaresten (Fig. 4 a) nebst zahllosen Bacterien zusammengesetzt. Ein etwas früherer Zustand zeigt die Stärkekörner noch von den Zellmembranen eingeschlossen (Fig. 4 b), aber die Zellen selbst schon aus ihrem




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.

Verbande gelöst und theilweis als etwas schlaffe Säckchen auf einander gesunken. Bei einer, nur von einem kleinen Rotzheerde ausgehenden, in das gesunde Gewebe langsam fortschreitenden Erkrankung nimmt man wahr, daß bei trockener Aufbewahrung der Knolle der Verjauchungsprozeß sistirt werden kann und es bilden sich dann an der Grenze des gesunden Gewebes unter Lösung und wahrscheinlich auf Kosten der Stärke um die verjauchte Stelle herum oft Zonen von Korkzellen in dem Parenchym des Knollenfleisches aus (Fig. 4 k). Bei dem Zusammentrocknen derartiger Knollen entstehen an Stelle der Jauche-heerde Löcher in der Kartoffel (Fig. 4 l), welche häufig von gelb oder violett gefärbten Pilzmassen ausgekleidet sind. Das noch nicht gelöste, in vielen Fällen von der Rinde aus gebräunte, durch seinen Zuckergehalt als nicht mehr gesund erkennbare Gewebe wird bei dem Trocknen zunderartig locker; die Korkschale ist meist besetzt mit weißlichen, dichten, etwas fleischigen Pilzpolstern (Fig. 1 d). In diesem Zustande wird die Knolle als „trockenfaul" angesprochen (Fig. 1).

Die Naßfäule oder der Rotz ist somit nur der nasse Zustand der Trockenfäule.

Die Trocken- oder Stockfäule trat nach Kühn[1]) zuerst 1830 in der Eifel und bis 1842 in zunehmender Heftigkeit in ganz Deutschland auf. Seit dieser Zeit nahm sie allmählich an Intensität ab. Je nach dem Grade von Zersetzung, der das Gewebe bereits verfallen, wenn die Trockenheit eintritt und die nasse in die trockne Fäule umwandelt, ist das Aussehen und die Beschaffenheit der trockenfaulen Knollen verschieden. Da die Knollen, falls die Verjauchung im Boden schon eine hochgradige gewesen, bald nach der Erntezeit gänzlich faulen und zusammenfallen, so findet man am häufigsten an den Aufbewahrungsorten im Winter oder im Frühjahr nur Kartoffeln, bei denen die jauchige Zersetzung erst kleine Heerde ergriffen hat oder bei denen die Fäulniß überhaupt noch nicht so weit fortgeschritten war, daß die Zellen aus ihrem Verbande gelöst worden sind. Daraus erklärt sich der Umstand, daß man in der Literatur als charakteristisches Merkmal für den trockenfaulen Zustand die Erhaltung der Zellwände angegeben findet. Da ferner der Rotz in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als Folgeerscheinung der vom Landwirth in der Regel kurz als Kartoffelkrankheit bezeichneten „Kraut- oder Zellenfäule" bei der das Kartoffellaub felderweise in wenigen Tagen schwarz wird, beobachtet werden kann, so ist es erklärlich, daß man beide Krankheitserscheinungen bisher zusammengezogen hat und die rotzige Zersetzung als Entwicklungsphase der Krautfäule innerhalb der Knolle bezeichnet. Aber diese durch den bekannten Schmarotzer, Phytophthora (Peronospora) infestans hervorgerufene Abtödtung des Krautes und Veränderung der Knolle sind von der eigentlichen, rotzigen Verjauchung

[1]) Kühn: Krankheiten der Kulturgewächse 1858, S. 202.

streng getrennt zu halten und der Satz, daß die Phytophthora die Naßfäule erzeugt, als falsch zu verlassen.

Die Naßfäule oder der Rotz läßt sich ohne Mitwirkung der Phytophthora künstlich durch Uebertragung von Bacterien in gesunden Knollen erzeugen. Die Zersetzungserscheinungen der beiden Krankheiten weichen wesentlich von einander ab. Bei der Zerstörung durch die Phytophthora sehen wir zunächst das Pilzmycel zwischen den Zellen; durch die Einwirkung des Mycels färbt sich der Zellinhalt braun und schlägt sich teigig oder körnig an der inneren Zellwand nieder (Fig. 3 b); die Zellwände werden nicht gelöst, wohl aber ein Theil der Stärkekörner, während das Umgekehrte bei der durch Bacterien hervorgerufenen Naßfäule stattfindet. Für den Rotz wird die unter Auftreten von Bacterien beginnende Lösung der Intercellularsubstanz oder auch schon der Membranen unter Entwicklung von Buttersäure als erstes Merkmal gelten müssen.[1]) Das am meisten in die Augen springende Symptom ist die Entstehung von Lücken im Gewebe der Knolle (Fig. 1); der trockne, braune Rand dieser Lücken enthält zahlreiche Mehlkörner, die Inhaltsreste der gelösten Zellen. Bei der durch Trockenheit verlangsamten Zersetzung hat die Knolle oft Zeit, die Stärke in der Umgebung der Lücke innerhalb des gesund erscheinenden Gewebes zu lösen und zu Korkzellen zu verarbeiten (Fig. 4 l). Nicht immer findet sich in der Umgebung der Lücken ein Abschluß des gesunden Gewebes durch wirkliche Korkzellen; es vertritt dann der Verkorkungsprozeß, der die Parenchymzellen des Wundrandes ergreift und nicht selten auch die Stärke in denselben erfaßt und dauernd erhält, die Neubildung einer wirklichen Korkzellenzone und bildet einen ebenso festen Abschluß des gesunden vom kranken Gewebe. Wenn viele Lücken und daher viele Korkringe im Gewebe der Knollen, dann wird die trockenfaule Kartoffel bei dem Durchschneiden lederartig zähe und für eine Zerkleinerung durch Maschinen sehr ungünstig.

Ihre Verwendung zu technischen Zwecken ist daher in dem die beginnende Verjauchung sistirenden Trockenzustande viel schwieriger, als in dem gänzlich verjauchten. Der abtrocknende Rest einer gänzlich verjauchten Knolle enthält in der zusammengesunkenen Korkschale fast nur Stärke, die sich auch im Frühjahr noch auf dem Acker findet und gut verwerthet werden könnte. Es will mir daher scheinen, daß die beste Verwerthung bei stark auftretendem Rotz die wäre, bei welcher alle kranken Knollen in Gruben aufeinander geschüttet und mit Erde leicht zugedeckt würden. Der Verjauchungsprozeß würde im Herbst und Winter alle Cellulose aufgelöst und die Erde der Umgebung würde die flüssigen, übelriechenden Produkte aufgesogen haben, so daß im Frühjahr eine

[1]) Lösung der Intercellularsubstanz allein ohne eine durch den Geruch bemerkbare Anwesenheit von Buttersäure kann durch sigmaförmige, sehr stark schlängelnde Bacterien veranlaßt werden.

nicht unbedeutende Menge fast reiner, zu Futterzwecken vielleicht passender Stärke nebst den Korkschalen in den Gruben sich vorfinden wird.

Zu der Zeit, in welcher der Rotz in das Stadium der Trockenfäule übergeht, treten reichlich Schimmelpilze auf, von denen namentlich zwei Gattungen ins Gewicht fallen. Dieselben sind unter dem Namen Fusisporium Solani Mart. (Fig. 6 u. 7) und Spicaria Solani Hart. (Fig. 5) bekannt und von Reinke[1]) als die Conidienformen von Kapselpilzen aus der Familie der Nectrieen nachgewiesen worden. Das Fusisporium ist, wie ich schon früher angegeben, die Knospenform eines Hypomyces, den Reinke H. Solani nennt. Die Spicaria gehört zu Nectria Solani. Mit dem Erscheinen großer Schimmelrasen in den Höhlen der trockenfaulen Knolle erhält dieselbe oft ein buntscheckiges Ansehen; auf dem braun und weißgrau zusammentrocknenden Knollenfleische heben sich rosenrothe, violette oder gelbe Flecken von Schimmelrasen ab; daneben kommen auch rostrothe, mehlige Pilzüberzüge vor (Verticillium lateritium Htng., Acrostalagmus cinnabarinus Cda.).

Anmerkung. Außer diesen häufigsten Formen wurden von Reinke noch auf trockenfaulen Knollen beobachtet: Chaetomium crispatum und bostrychodes, Stysanus Stemonitis und capitatus, Cephalosporium spec., Botrytis cinerea, Penicillium glaucum, Eurotium herbariorum, Aspergillus, Torula, Arthrobotrys oligospora, Chaetostroma spec., Rhopalomyces elegans, Haplotrichum spec., Pleospora herbarum, Verticillium atro-album. Im Zustande der Naßfäule waren außer den steten Bacterien noch Myxomyceten, wie Dictyostelium mucoroides, Didymium, Licea etc. dann und wann vorhanden.

Die erstgenannten beiden Schimmelformen sind fast immer anzutreffen. Die von Harting beschriebene, zartere Art Fusisporium didymum mit zweitheiligen, spindelförmigen Knospen ist nur eine Form des meist mit 3fächerigen, (nach Reinke 5fächerigen) Conidien versehenen F. Solani.

Wenn man die Fusisporium-Conidien (Fig. 7 m) auf die Schnittfläche einer gesunden Kartoffelknolle bringt, so keimen sie mit einem gewöhnlichen Keimschlauche binnen kurzer Zeit. Das sich in feuchter Luft üppig entwickelnde Mycel hält sich aber in den obersten Zellschichten der Schnittfläche, auf welcher nicht selten größere Mengen von oxalsaurem Kalk, der sich erst nach dem Schneiden gebildet, anzutreffen sind. Bevor die Mycelfäden noch Zeit haben, tiefer in das Gewebe einzudringen, bemerkt man bei nicht nasser Aufbewahrung der Knolle das Entstehen von Korkzellen nahe der Schnittfläche und auf diese Weise einen Abschluß der gesunden Gewebepartie gegen den Pilzheerd. Liegt dagegen die Schnittfläche sehr naß, dann kommt es nicht immer oder nicht überall zur Bildung der Korkschicht und man gewahrt nun Bacterienformen, die im trocknen Zustande der vom Pilz besetzten Knolle nicht erkannt werden konnten. Daß die Bacterien durch die Korkschale einer gesunden Knolle hindurchkommen, ist

[1]) Reinke und Berthold: Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin, Parey 1879.

nicht anzunehmen. Zwar sieht man, wenn man gesunde Kartoffeln mehrere Tage in einer mit Wasserdampf reich versehenen Atmosphäre hält, auf vollkommen gesunden Stellen unter einzelnen Schülfern der Korkschale vereinzelte oder mehrere, zu Gruppen vereinigte, halbkugelige Polster von sehr kleinen, durch Schleim verbundenen, kugeligen Bacteriencolonien (Micrococcus) in durch Wasserzutritt leicht sich vertheilenden Schwärmen (nicht in durch Intercellularsubstanz fest verkitteten Zoogloea-Formen), doch konnte nicht mit Sicherheit bis jetzt nachgewiesen werden, daß sich solche Micrococcen-Familien nach dem Innern des trockenfaulen Gewebes hindurchbohren. In mikroskopischen Schnitten finden sich allerdings oft Gruppen von solchen bei Wasserzutritt wimmelnden Individuen in den Zellen, doch war hierbei die Möglichkeit nahe gelegt, daß diese Bacterien durch das Wasser mit fortgerissen worden sind. In vollkommen unverletzten Zellen wurden sie nicht beobachtet. Etwas anderes ist es, wenn feuchtliegende Knollen starke Lenticellen-Wucherungen erzeugen. Durch diese dringen die Bacterien in die Knolle.

Sicherlich sind es die Bacterien allein, welche die als Naßfäule bezeichnete Zersetzung erzeugen, da sie bei Uebertragung auf eine Wundfläche die Fäulniß einleiten. Aber da, wo keine Wundfläche vorhanden, müssen sie irgend wie von außen einwandern. In vielen Fällen schafft die Phytophthora, also der Blattfäulepilz, den Weg und disponirt die Knolle zur Verjauchung; dies ist aber keineswegs immer der Fall. Man findet im gesunden, weißen, pilzfreien Fleisch Heerde der Trockenfäule. An solchen Stellen sieht man die Stärkekörner von dem Gewebe, welches die jetzt vorhandene Lücke ausfüllte, auf einander geschichtet und zwar so fest, daß die Jodlösung schwerer sie färbt als die noch in den Zellen der Umgebung befindlichen Körner (Fig. 4a). Dünne Zellwandstreifen und Protoplasmareste sind in der Masse allenthalben noch kenntlich. Die Zellen der Umgebung der Lücke sind meist auch schon einseitig dünnwandig, ihr Plasma graubraun und in derselben Lagerung abgestorben, in der es um die Stärkekörner und verschiedenen Inhaltströpfchen situirt war. Eine totale Trübung durch braunkörnigen, massenhaften Inhalt, wie er bei der Krautfäule der Knolle vorkommt, ist hier nicht wahrzunehmen. Auch die Zellwandungen sind nur mäßig braun, die Gefäße dagegen häufig stark gebräunt. Die Proteïnkrystalle bleiben farblos. Die Wandungen der Zellen blättern bisweilen langsam auseinander. Trotz dieser vorgeschrittenen Zerstörung sah ich aber keine von denjenigen Bacterienformen, die bei dem naßfaulen Zustande eine so enorme Vermehrung erlangen und die, wie Reinke angiebt und ich bestätigen kann, diesen rotzigen Zersetzungszustand auf gesunde Knollen übertragen können.

### Buttersäuregährung.

Unter den Bacterien der Naßfäule befinden sich zunächst Bacillenformen verschiedener Größe und häufig lebhafter Bewegung (Fig. 12); sie sind vermischt

mit ellipsoidischen Gestalten (Fig. 11), welche sich der Form eines Weberschiffchens nähern und in ihrem Innern einen glänzenden Kern, eine Spore, enthalten können. Der Körper dieser gegenüber den Stäbchen (Fig. 12) häufig breiteren und kürzeren Formen färbt sich leicht mit Jod der ganzen Länge nach oder stellenweis blau; schwerer lassen sich die einzelnen Stäbchen färben, aber sicher ist, daß sie ebenfalls eine blaue Farbe mit Jod annehmen können. Die Weberschiffchen- oder Ellipsoidform charakterisirt diese Bacterie als Clostridium butyricum Prazmowski oder Amylobacter Clostridium Trécul, Bacillus butyricus d'By., Bacterium Navicula Rke. Es ist dies der allenthalben vorhandene und bei der Fäulniß fleischiger Theile bei Luftabschluß gewiß alsbald sich einstellende **Buttersäurepilz**, der bei der Reife des Käses, bei der Herstellung des Sauerkrautes und der sauren Gurken die wesentlichste Rolle spielt. Auch die Fäulniß der Wurzeln von Bäumen, die an stagnirender Nässe leiden, wie z. B. die vor einigen Jahren massenhaft absterbenden Ringstraßenbäume in Wien ist dem Clostridium zuzuschreiben.[1]) Ob die oben erwähnten, auf der Korkschale der Knollen beobachteten Micrococcus Colonien dazu gehören, ist möglich, aber immerhin noch nicht erwiesen.

Außer dem Clostridium butyricum sind noch andere Arten von Spaltpilzen vorhanden, welche je nach den äußeren Umständen, in denen sich die Kartoffelknolle befindet, das Buttersäureferment verdrängen und die Zersetzung in andere Wege leiten können. Wenn man viel rotzige Kartoffeln hintereinander untersucht, wird man finden, daß bisweilen der charakteristische, stechende Buttersäuregeruch, der gewöhnlich dominirt, durch andere meist ebenso unangenehme Gerüche gedeckt und verdrängt wird.

Man hatte früher eine andere Spaltpilzgattung, das Bacterium subtile (Bacillus subtilis), das sowohl in Form kleinster Kügelchen (Micrococcus) als auch in kürzeren und längeren, bisweilen mit Wimpern versehenen Stäbchen vorkommt und unter Umständen Gallertmassen (Zoogloea) in Form von Kahmhäuten bilden kann, als wesentliche Ursache der rotzigen Zersetzung der Kartoffelknolle angesehen. Man schrieb diesem Pilze die Fähigkeit zu, die Buttersäuregährung zu veranlassen. Nach den neueren Untersuchungen aber von **Brefeld**, **Prazmowski** und **Buchner** kann dieser auf lebenden und todten, oberirdischen Pflanzentheilen überall verbreitete „**Heupilz**" in Lösungen von Kohlenhydraten keine Gährung bewirken. Der Pilz erzeugt wohl ein Ferment, welches geronnenes Eiweiß löst und in Pepton überführt, aber er ist nicht im Stande, Stärke und Cellulose aufzulösen. Ob er überhaupt von Anfang an im Innern einer naßfaulen, rotzigen Knolle vorkommt, wird nur durch Reinkulturen festzustellen sein.

Beide Spaltpilzgattungen sind einander sehr ähnlich, aber durch **Prazmowski**[2]) als verschiedene, wohl charakterisirte, gute Arten begründet worden. Zunächst zeigte **Brefeld**[3]), daß die verblassende, sich bei der Keimung um das Doppelte etwa vergrößernde

---

[1]) v. **Thümen**: Bot. Centralbl. 1881, I, Nr. 5, S. 148.

[2]) Zur Entwicklungsgeschichte und Fermentwirkung einiger Bacterien-Arten. Bot. Zeit. 1879, Nr. 26, S. 411.

[3]) Untersuchungen über die Spaltpilze. Berichte d. Gesellsch. naturf. Freunde in Berlin. Bot. Zeit. 1878, S. 517.

Spore von Bacterium subtile seitlich und genau in der Mitte ihres länglichen Körpers einen schnell in die Länge wachsenden und sich bald durch Querwände in Tochterstäbchen spaltenden Keimschlauch entwickelt. Die abgestoßene Sporenhaut ist an den beiden Polen ziemlich stark verdickt. Nach Prazmowski keimt die ovale oder auch cylindrische Spore von Bacterium Amylobacter (Clostridium) in der Weise, daß sie ihre starke Lichtbrechung verliert, nach $1^{1}/_{2}$ bis 2 Stunden wenigstens um das Doppelte ihres früheren Volumens aufschwillt und nach längerer Zeit an einem der beiden Pole aus einem durch Resorption der äußeren Sporenhaut entstandenen Loche den Keimschlauch hervorstülpt. Man kann dann schon unter günstigen Verhältnissen das junge Stäbchen innerhalb des von der Sporenhaut noch umschlossenen Raumes erkennen. Während das vordere Ende des Stäbchens Tochterstäbchen bildet, wird die doppelt contourirte, am ganzen Umfange gleichmäßig stark verdickte Sporenhaut mit einem Rucke abgestoßen.

Einen ebenso wesentlichen Unterschied zeigen die beiden Spaltpilzgattungen durch ihr biologisches Verhalten. Bacterium subtile ist eine Sauerstoff bedürfende Art, der Buttersäurepilz dagegen sauerstofffliehend. Wenn beide Arten gemeinsam vorkommen, wird die Größe der Sauerstoffzufuhr das Uebergewicht der einen über die andere Art regeln. Die Angaben, daß das Buttersäureferment bei Sauerstoffabschluß (durch Einkitten) abstirbt, werden wohl darauf zurückzuführen sein, daß der Beobachter statt des Clostridium eben Bacterium subtile vor sich gehabt hat.[1])

Daß das Clostridium butyricum sauerstofffliehend sich verhält, hat van Tieghem durch vergleichende Kulturen festgestellt. Neuerdings spricht sich dieser Forscher[2]) dahin aus, daß nicht nur zur Jetztzeit diese Bacterie der große Zerstörer pflanzlicher Organismen sei, sondern daß auch in den Morästen der Steinkohlenperiode, wie in unsern jetzigen Sümpfen die Pflanzen durch dasselbe Ferment zersetzt worden seien. Gestützt wird diese Ansicht durch Erkennung des Buttersäurepilzes in dünnen Schliffen von verkieselten Wurzelstücken aus der Steinkohlenperiode.

Namentlich bei Fäulniß unter Wasser ist der Prozeß leicht wahrnehmbar, wie Böhm[3]) an unter Wasser faulenden Blättern nachwies. Er schrieb die beobachtete Buttersäure dem von Pasteur als Vibrio bezeichneten „Ferment butyrique“ zu, für welches Pasteur den Sauerstoff der Luft gradezu als Gift ansieht.[4]) Cohn sah bei Lupinen und Erbsen, welche in destillirtem Wasser in einem zugeschmolzenen Glaskölbchen bis auf ca. 80° erhitzt worden waren, Buttersäuregährung auftreten und beobachtete dabei, daß das bei den gewöhnlichen Fäulnißprozessen immer vorhandene Bacterium Termo getödtet worden, während eine Bacillusform unbeschadet sich weiter entwickelte.

Diese Buttersäurezersetzung ergiebt sich somit als eine der allgemeinsten Erscheinungen in der organischen Welt.

---

[1]) H. Hoffmann: Ueber Bacterien. Bot. Zeit. 1869, S. 311.

[2]) Sur le ferment butyrique (Bacillus Amylobacter) à l'époque de la houille. Compt. rend. t. LXXXIV, p. 1102, cit. Bot. Centralbl. 1880, S. 5.

[3]) Sitzungsbericht der Wiener Akademie der Wissenschaften LIV, II, p. 195, Juli 1866.

[4]) Compt. rend. LII, 1861, S. 344.

### Rücktritt der Buttersäuregährung.

Daß übrigens die Buttersäure nicht immer als Gährungsprodukt in der Pflanzenwelt auftritt, sondern als ein sehr leicht und häufig bei der Zersetzung der Pflanzensubstanz sich bildender Körper zu betrachten sei, hat vor einigen Jahren Bergmann[1]) angegeben und auch grade bei der Kartoffelknolle speziell erwähnt.

Die Säure zeigt sich bei Extrahirung der schnell getrockneten und mit Weinsäure innig vermischten Substanz.

Hier bei dem Rotz ist die neben Kohlensäure und Wasserstoff reichlich vorhandene Buttersäure ein Gährungsprodukt, das durch das Wachsthum des Clostridium butyricum hervorgerufen wird. Pasteur betrachtet jede Gährung als einen durch Sauerstoffmangel bedingten Lebensprozeß gewisser Organismen. Eingeleitet wird die Gährung durch ein vom Spaltpilz abgeschiedenes Ferment, welches Cellulose und in beschränktem Maße auch Stärke löst.

Daß die Gährthätigkeit des Pilzes außer von der Sauerstoffzufuhr auch von der Temperatur wesentlich abhängt, ist wohl nöthig zu betonen. Zwischen 35 und 40° C. ist die Wachsthumsenergie und somit die Gährung am größten; schon eine Verringerung von 5° C. bei dem nährenden Medium läßt eine Verlangsamung der Prozesse erkennen. Zopf[2]) giebt an, daß in zuckerhaltigen Pflanzentheilen der Buttersäurepilz erst dann zur Entwicklung kommt, wenn der Zucker des Substrates von dem Milchsäurepilz, der wahrscheinlich nur eine Varietät von Clostridium butyricum ist, zuvor in Milchsäure umgewandelt worden ist; dann erst bildet der Buttersäurepilz die Milchsäure in Buttersäure um. Wie weit dies bei dem Kartoffelrotz der Fall, bleibt noch näher festzustellen.

Während wir in Bezug auf die Prozesse und Spaltpilzformen, welche der Buttersäurebildung in der faulenden Knolle vorhergehen, noch keine festen Anhaltspunkte haben, wissen wir dagegen, daß das Clostridium nicht bis zum Abschluß der Fäulniß der Knolle und bis zur Aufzehrung der Pflanzensubstanz dominirt. Theils mag es der allmählich im Boden wieder reichlicher auftretende Sauerstoff sein, der andere Bacterienformen nach dem Buttersäurepilz bedingt, theils mag es der Ueberschuß an Buttersäure selbst sein, der die Vegetation des Pilzes hemmt.

Es ist eine für die Parasitologie hochbedeutsame Entdeckung, die Baumann und Nencki gemacht und Wernich[3]) bestätigt hat, daß die Bacterien durch ihren eigenen Stoffwechsel Gifte bilden, an denen sie

---

[1]) Untersuchungen über das Vorkommen der Ameisensäure und Essigsäure in den Pflanzen rc. Bot. Zeit. 1882, S. 759.

[2]) Spaltpilze 1883, S. 71.

[3]) Nach Virchow's Archiv für pathologische Anatomie Bd. 78, S. 51, cit. in Biedermann's Centralbl. f. Agrikulturchemie 1880, S. 224.

selbst zu Grunde gehen. So sind für Eiweiß zersetzende Spaltpilzgattungen, die sich bei der Zersetzung bildenden Stoffe wie Phenol, Indol, Skatol, Kresol, Phenylessigsäure, Phenylpropionsäure Gifte, welche eiweißhaltige Flüssigkeiten gegen Bacterien zu schützen und (in größeren Dosen) bereits üppig vegetirende Colonien der Spaltpilze zu zerstören im Stande sind.

Für die Rotzbacterien der Kartoffeln und anderer fleischigen Pflanzentheile ist die sich immer mehr ansammelnde Buttersäure das Gift, das die Clostridium-Colonien selbst tödtet.

Wir müssen hier davon absehen, die oben angeführten Versuchsergebnisse zu verallgemeinern; aber wir dürfen wohl unserer Meinung dahin Ausdruck geben, daß die Thatsache der Selbsttödtung der Bacterie durch Produkte ihres eigenen Stoffwechsels gewiß einmal praktische Folgen bei der Bekämpfung parasitärer Krankheiten haben wird. Schon jetzt wissen wir, daß dieser Vorgang nicht auf die Spaltpilze beschränkt ist, sondern auch bei den Hefepilzen erkannt worden ist. Die Alkoholhefe stirbt auch bei Ueberschuß von Alkohol und es ist kaum zweifelhaft, daß auch für höhere Pilze eine spätere Forschung Stoffwechselprodukte derselben nachweisen wird, die zerstörend auf die Parasiten selbst wirken.

Es eröffnet sich dann die Aussicht auf die Bekämpfung der Krankheiten in zwei Richtungen. Entweder kann es gelingen, mit den als Gift für jeden einzelnen Parasiten erkannten Stoffen die Nährpflanzen zu behandeln und sie immun für den Parasiten zu machen oder aber es kann sogar gelingen, derartige den Parasiten schädliche Verbindungen in der Nährpflanze in erhöhtem Maße durch veränderte Kulturbedingungen zu erzeugen und auf diese Weise eine größere Widerstandsfähigkeit hervorzurufen.

Gedenken wir der vorerwähnten Untersuchungen von Bergmann über das Vorhandensein von Essigsäure, Ameisensäure und theilweis auch Buttersäure in den Pflanzen, um eine Andeutung zu finden, daß bacterienschädliche Stoffe in der Kulturpflanze vorhanden sind.

Ja wir wollen sogar die Frage nicht unterdrücken, ob das für Bacterien gefundene Gesetz nicht für alle Pflanzen Gültigkeit hat, ob also nicht auch unsere Kulturpflanzen in ihrem normalen Stoffwechsel Produkte ausscheiden, die in bestimmter Menge zum Gifte für dieselben werden? Daß die Kohlensäure und der Sauerstoff im Ueberschuß das Pflanzenwachsthum stören, wissen wir; es ist aber auch gar leicht möglich, daß durch die Wurzeln minder flüchtige Stoffe in den Boden abgeschieden und unter Umständen zurückgehalten werden, so daß ein Uebermaß das Gedeihen der Kulturen hindert. Liegen doch bereits mehrfach Erfahrungen vor, daß bei der Reife der Pflanzen Mineralbestandtheile und organische Substanz in geringerer Menge sich vorfinden, als in früheren Entwicklungsstadien und sprechen doch die untersuchenden Chemiker die Meinung aus, daß die fehlenden Substanzen bei der Reife

wieder aus der Pflanze herausgewandert sind. Kann nicht die Verbindung, in welcher die rücktretenden Stoffe in den Boden gelangen, eine der Wurzel einer jungen Pflanze derselben Spezies schädliche sein? Die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen und damit eine weitere Aufklärung über diejenige Bodenmüdigkeit, welche nicht durch Parasiten bedingt wird, in Aussicht genommen.

Bei den Bacterien des Kartoffelrotzes sehen wir, daß nach einiger Zeit, wenn der Luftzutritt zur Knolle erhöht wird, andere Arten auftreten und andere Zersetzungen die Oberhand gewinnen.

Als ich gesunde Knollen mit ihrer Schnittfläche auf rotzige Exemplare brachte, übertrug sich die Zersetzung derartig prompt, daß in wenig Wochen die geimpfte Hälfte vollkommen breiartig war und starken Buttersäuregeruch entwickelte. An der Schnittfläche hatte sich Kork gebildet. Im Brei war kein Pilzmycel wahrnehmbar, sondern waren zahlreiche Bacillen und daneben wellig gebogene Exemplare, Zerstörer der Intercellularsubstanz, in Bewegung zu finden. Bei kürzeren Stäbchen war Sporenbildung bemerkbar; die Spore war an einem Pole entwickelt und veranlaßte ein stecknadelähnliches Aussehen der Bacterien (Köpfchenbacterie). Der Brei reagirte scharf sauer. Die einzelnen Cellulosewände waren meist noch erhalten, aber die Intercellularsubstanz war bereits aufgelöst, so daß das ehemalige Fleisch der Kartoffeln jetzt aus isolirten, stärkereichen Säckchen bestand. Einige Tage später war die Röthung des blauen Lakmuspapiers schon eine sehr schwache, vorübergehende, dagegen die Bläuung des rothen eine sehr energische, so daß man annehmen muß, daß durch den Einfluß des Luftzutritts die Kohlensäureproduktion zugenommen, die Buttersäurebildung abgenommen hatte und eine flüchtige Basis (Ammoniak) in starker Vermehrung begriffen war. Das mit Jod sich deutlich bläuende Clostridium ist noch vorhanden und zwar nicht selten noch in kettenartiger Anordnung; aber es treten jetzt doch schon an der Oberfläche der über dem Brei sich ansammelnden Flüssigkeit tafelförmige, neue Bacteriencolonien auf. Diese sind als Bacterium merismopedioides Zopf (Sarcina Solani Rke.) anzusprechen. Es sind sehr charakteristische Tafeln von verschiedener Größe, die dadurch entstehen, daß sich äußerst kurze Stäbchen durch Zweitheilung in der Horizontalebene vermehren und die Individuen durch anfangs stark lichtbrechende Intercellularsubstanz verbunden bleiben. Auch in der Knolle sind solche Tafelcolonien zu finden; sie zeigen sich jedoch nur in dem der Oberfläche zunächst liegenden, chromgelben, bereits gänzlich verjauchten Theile unmittelbar unter der Schale. Hier sind auch die Zellwände gänzlich aufgelöst und ebenso die Stärkekörner angefressen (Fig. 9). In diesem chromgelben Theile zeigen sich neben den Tafel-Colonien (tafelförmige Zoogloeazustände) (Fig. 13) auch noch Langstäbchen bis zu 6 Mik. Länge bei 1 Mik. Breite und außerdem Nester äußerst kleiner Kugeln (Micrococcus).

Die Tafel-Colonien sind ganz rein ohne jede Beimengung zu gewinnen, wenn man sie von der täglich dicker werdenden Kahmhaut nimmt, welche auf der Oberfläche des Wassers sich ansammelt, das die rotzige Knolle überdeckt. Je nach der Gelegenheit der Ernte ist bald viel, bald wenig Wasser in der Knolle. Wenn man rotzige, straff aussehende Knollen im feuchten Herbst aus dem Boden nimmt und ansticht, so läuft reichlich eine schmutzig gefärbte, oft schaumige, sauer reagirende Flüssigkeit heraus. Diese saure Reaktion der Flüssigkeit bleibt in der Regel bis zu Ende der Fäulniß, wenn auch der festere Brei alkalisch reagirt. Schließlich aber gehen bei weiterem Luftzutritt auch die Tafelcolonien zu Grunde. Die Kahmhaut zeigt sich geborsten; man findet bei dem Zerfall reichlichst quadratische Tafeln von 256 Individuen haltenden Colonien d. h. Tafeln, welche aus 16 Reihen von je 16 Individuen zusammengesetzt sind; etwas später finden sich kleinere Tafeln aus 64, d. h. aus 8 Reihen von je 8 Individuen gebildet und gleichzeitig noch kleinere Complexe. Die ursprünglich auch mit starkem Lichtbrechungsvermögen begabte, schleimige Kittmasse, welche die glänzenden Einzelindividuen zu den tafelförmigen Colonien verkittet, verliert vor der Lösung einen großen Theil dieser lichtbrechenden Eigenschaft, so daß nur noch die ganz kurz stäbchenförmigen Bacterien als glänzende Kerne in der wässeriger werdenden Intercellularsubstanz eingebettet zu sehen sind.

Die Kahmhaut aus Bacterium merismopedioides scheint die letzte Bacterienvegetation auf der rotzigen Kartoffel zu sein; denn wenn man nach einigen Tagen untersucht, ist die Kahmhaut zwar noch vorhanden, ja sogar dicker geworden; jedoch ist jetzt ein starkes, üppiges Mycel in derselben vorherrschend aufgetreten, das leicht in cylindrische, verschieden lange und breite, abgestutzte Glieder zerfällt, welche sämmtlich an einem bestimmten Ende auskeimen. Diese Keimung erfolgt stets an derjenigen Querwand, mit welcher die Zelle an der nächst höheren lag. Nun ist der unter der Kahmhaut und Wasserfläche liegende, rotzige Kartoffelbrei auch ganz sauer geworden. Im Brei finden sich noch Buttersäurebacterien in kurzen, oft dachartig vereinigten Zwillingsstäbchen oder auch in sehr langen, schlanken Formen. Kleine, nur aus 4 Individuen bestehende Tafelcolonien, deren Intercellularsubstanz kaum mehr kenntlich, sind auch noch vorhanden, aber offenbar in geringer Lebensthätigkeit. Die intensive Kohlensäurebildung war augenscheinlich dem Bacterienleben hinderlich. Daß auch das Licht störend auf die Bacterienentwicklung wirken wird, lassen die Tyndall'schen Versuche vermuthen.[1])

### Gesammtbild der Krankheit.

Nach den bisher vorliegenden Beobachtungen entrollt sich uns für den Rotz oder die Naßfäule der Kartoffelknolle folgendes Bild. Bei reichlich vor-

[1]) Biedermann's Centralbl. f. Agrikulturchemie 1883, Bd. IX, S. 648.

handener Nässe und damit wohl stets in Verbindung stehender, mangelnder Sauerstoffzufuhr[1]) gewahren wir bald von den Augen, bald vom Stielende, bald aber auch von einzelnen, durch die Feuchtigkeit sich üppig entwickelnden Lenticellen ausgehend eine Fäulnißerscheinung der Knolle, bei der Pilzmycel nicht direkt betheiligt und vorhanden ist, sondern nur eine mit der Nässe wachsende Bacterienvegetation. In den Anfangsstadien sieht man das Gewebe um die einzelnen Lenticellen herum meist etwas dunkler und anscheinend saftiger. Mit der Vergrößerung der erkrankten Stelle sinkt das Centrum ein, wird heller und trockner. Die Korkschale fängt häufig dabei an, sich zu falten, und der glasig saftige, dunklere Theil bleibt nur noch als eine sich ausbreitende Randzone übrig. Die bei dem Fortschritt der Krankheit sich einstellende, hellere Färbung des centralen Theiles kommt daher, daß das Gewebe unter der Schale bereits zusammensinkt und zwischen diesem Gewebe und der Schale sich eine große Lufthöhle bildet. Das erweichte Gewebe riecht meist stark nach Buttersäure und reagirt alkalisch, während die ablaufende Flüssigkeit sauer erscheint.

Wenn eine ruhende Knolle in feuchter Luft zum Austreiben gebracht

---

[1]) Die Fäulniß resp. die Bacterien finden die nöthigen Vermehrungsbedingungen bei gehindertem Sauerstoffzutritt. Derselbe dürfte aber auch die organische, lebende Unterlage krankhaft afficiren. Eine Vorstellung von der Art dieser krankhaften Disposition der gesunden Zelle bei gehemmtem Sauerstoffzutritt kann man sich bei Benutzung der Hoppe-Seyler'schen Anschauung über die Wirkung des Sauerstoffs im Organismus machen. Die Untersuchungen*), welche von Reinke in Bot. Zeit. 1883, Nr. 5, S. 74 citirt werden, ergaben, daß ein mit Wasserstoff beladenes Palladiumblech Oxydationserscheinungen hervorzurufen vermag (Benzol zu Phenol), welche sonst nur im Thierkörper beobachtet worden waren. Ebenso wird Jodkaliumstärke bei Luftzutritt durch solchen Palladiumwasserstoff (Palladiumblech) gebläut, Indigolösung gelb gefärbt. Dies Verhalten des atomistischen Wasserstoffs stimmt überein mit der Wirkung anderer leicht oxydirbarer Stoffe, z. B. des Phosphors, Natriums und Magnesiums. Gestützt auf diese Argumente kommt Hoppe-Seyler zu folgender Theorie der Oxydation im Organismus. Er meint, daß im Organismus durch Spaltung fortwährend Wasserstoff entstehe, wie bei der Fäulniß, der aber darum nicht zur Anhäufung gelangt, weil der eben gebildete Wasserstoff sogleich den zur Disposition stehenden Sauerstoff zersetzt (reduzirt), mit dem einen Atom sich verbindet und das andere für Oxydationen frei macht. „Die Thatsache endlich, daß Thiere nach Sauerstoffentziehung fortfahren, Kohlensäure auszuscheiden, faßt Hoppe-Seyler**) als Symptom gewisser, in den lebenden Geweben sich abspielender Fäulnißprozesse auf, welche, weil sie bei ungehemmtem Sauerstoffzutritt sich nicht einstellen, unter normalen Lebensbedingungen durch den Sauerstoff verhindert werden. ‚Die Gegenwart des indifferenten Sauerstoffs wirkt aber nun dadurch zerstörend auf die Fäulniß, daß durch die Prozesse derselben activer aus indifferentem Sauerstoff gebildet wird.'"

---

*) Pflüger's Archiv XII, S. 1 ff., 1876. — Zeitschr. f. physiol. Chemie II, S. 1 ff., 1878. — Hoppe-Seyler: Physiol. Chemie IV, S. 980 ff., 1881.

**) Physiol. Chemie, S. 990 ff.

wird, entwickeln sich die Lenticellenpolster ungemein üppig und in ihnen gewahrt man neben verschiedenen, bei den einzelnen Knollen wechselnden Pilzbildungen (Synchytrium, Helminthosporium, Rhizoctonia etc.) nicht selten Bacteriencolonien in Micrococcenform.

Sind Schnittwunden an den Knollen, dann verkorken häufig die Zellen der Wundfläche oder sind auch noch durch eigentliche Korkzellen gesichert; sie sind dann fast immer von sehr üppigem, farblosem Mycel übersponnen oder bisweilen durchwuchert. Zwischen den gewundenen, wenig septirten Mycelästen erkennt man ovale, unseptirte oder nach Art des Fusidium gebaute, septirte Conidien. Die Knolle haucht bereits in verstärktem Maße ein Gas aus, das rothes Lakmuspapier blau färbt (Ammoniak?). Auch die angeschnittene, gesunde Knolle zeigt beim Liegen diese Gasausscheidung, aber in geringem Grade. Aus den Zellen der Schnittfläche ist die Stärke größtentheils verschwunden; aufgelagert finden sich viele unvollkommen ausgebildete Oktaeder von oxalsaurem Kalk.

Bei sehr reichlicher Nässe und beschränkter Luftzufuhr tritt der Verkorkungsprozeß zurück und beginnt der Verjauchungsvorgang unter Auftreten und enormer Vermehrung des Clostridium und einer anderen sporenbildenden Köpfchenbacterie.

Der Rotzheerd wird umgeben von einer Gewebezone, in der mit der Trommer'schen Probe Zucker nachweisbar ist; derselbe nimmt ab in dem Maße als das Gewebe noch gesund ist. In dem ganz gesunden Theile findet sich nur etwas Zucker im Gewebe unmittelbar unter der Korkschale. Die Verfärbung des geronnenen Protoplasmas spielt ins Graue, während es bei der Zellenfäule in das Rothbraune neigt.

Der Rotzheerd vergrößert sich durch Quellung und Lösung der die einzelnen Zellen verkittenden Intercellularsubstanz und später der Zellwände, wodurch die Stärkekörner frei werden und auf einander sinken. Erst lange, nachdem dieser Lösungsprozeß begonnen, sieht man auch veränderte und zwar durch senkrecht und parallel zur Schichtung verlaufende Risse, zernagt erscheinende, von Bacterien angegriffene Stärkekörner (Fig. 9). So lange die Buttersäuregährung die Oberhand hat, erscheint die rotzige Masse weißgelb; mit dem Ueberwiegen der Kohlensäureproduktion färbt sich die Masse von der Schale aus mehr chromgelb und die Tafelcolonien des Bacterium merismopedioides gewinnen an Ausbreitung.

Dauert die Nässe bei Luftzutritt fort, siedeln sich auf der durch letztgenannten Spalt-Pilz hervorgerufenen Kahmhaut Mycelpilze an, welche in den meisten Fällen zu Hypomyces Solani gehören möchten. Wenn dagegen Trockenheit auf die verjauchende Knolle ihren Einfluß übt, wird die Verjauchung sistirt. Dann löst sich an der Grenzregion des noch festen Gewebes, welches die erweichte Masse einschließt, die Stärke zu Gunsten einer muldenförmigen

Korkzone, die in ihrem Bau der normalen Schale ähnlich sieht und sich bei den unmittelbar unter der Schale zeigenden Krankheitsheerden auch an diese anlegt. Die abschließende Korklage entsteht nicht in den unmittelbar den Krankheitsheerd begrenzenden Zellen, sondern etwas tiefer im Gewebe, so daß diese Korkschicht selbst wieder durch einige Reihen stärkeloser Parenchymzellen mit verkorkten Wandungen von dem Rotzheerde getrennt erscheint.

Wenn die Krankheit von den Augen ausgeht, kann es kommen, daß sie in schnellem Fortschreiten an den Gefäßbündelsträngen entlang in das Innere der Knolle gelangt. Der lockerer gebaute Markkörper der Knolle ist ein bevorzugter Ausbreitungsheerd für die Zersetzung, die bei trockener Aufbewahrung zur Bildung großer Lücken (Fig. 1c) führt, während fast das ganze Rindenfleisch noch gesund ist. Solche Knollen sind es namentlich, in denen die oft Farbstoffe aufnehmenden oben erwähnten Schimmelformen von Fusidium (Fig. 5) und Spicaria (Fig. 6 u. 7) die Lücken auskleiden und eine weitere Zersetzung des Gewebes unter Verbreitung eines süßlichen Modergeruches übernehmen.

Derartige Kartoffeln sind mit ihren vielfachen Korkzonen im Innern auch auf den Walzen beim Zerquetschen die unangenehmsten.

Von diesem Schimmelrasen, namentlich dem Fusidium sehen wir auch auf der Oberfläche der Knolle am Aufbewahrungsorte reichliche, weiße, halbkugelige Polster (Fig. 1d) gebildet, aus denen sich bei günstigen Verhältnissen der reife Fruchtkörper, der als Hypomyces Solani Rke. bekannte, rothe Kapselpilz herausbilden kann.

Dieser Hypomyces ist ein so regelmäßiger Begleiter des Rotzes, daß er zur Charakteristik der Krankheit gezogen werden muß. Wir werden später sehen, daß auch bei andern Rotzkrankheiten ein Hypomyces vorhanden ist und werden bei anderer Gelegenheit auf denselben eingehen.

### Disposition der Knolle.

Wenn somit nach den jetzt vorliegenden Untersuchungen feststeht, daß die Naßfäule oder der Rotz der Kartoffeln eine durch überall vorkommende Bacterien veranlaßte, von der Blattkrankheit auch getrennt auftretende Krankheitserscheinung ist, die in einen latenten Zustand, die Trockenfäule, übergehen kann, so frägt man sich, weshalb nicht alljährlich und nicht überall gleichmäßig sich die Krankheit zeigt?

Aus dem Vorhergehenden ist ersichtlich, daß zur Entstehung der Rotzkrankheit in erster Linie nicht blos die Gegenwart der krankheitserzeugenden Bacterien gehört, sondern auch das Vorhandensein von Umständen, welche eine üppige Entfaltung und Vermehrung der hier in Betracht kommenden Spaltpilzgattungen veranlassen. Im vorliegenden Falle bilden die Nässe, sowie die beschränkte Sauerstoffzufuhr die beiden Grundbedingungen für die Ausbreitung der Bacterien. Man kann bei ungehinderter Sauerstoffzufuhr gesunde

Knollen mitten in die verjauchte Masse rotziger Kartoffeln stecken, ohne daß eine Ansteckung erfolgt. Man kann ebenso Knollen im Wasser monatelang halten und sie zur Entwicklung der Augen bringen, ohne daß eine Zersetzung eintritt; aber sobald die Knolle untergetaucht einige Zeit im Wasser verharrt, fällt sie der Bacteriosis unfehlbar anheim.

Ein weiterer Umstand, der den Eintritt der Naßfäule erleichtert, ist das Auftreten einer Verwundung. Die unverletzte, an den Augen allerdings sich auskeilende Korkschale muß als bester Schutz gegen die Naßfäule angesehen werden. Wie die Korkschale verhält sich bei andern Pflanzentheilen die Wachsglasur als vorzügliches Schutzmittel gegen Spalt- und Mycelpilze.

Als besonders disponirend für den Rotz ist die Einwanderung des Krautfäulepilzes (Phytophthora infestans) in die Knolle zu betrachten. Hallier[1]), der durch Uebertragung des Bacterienschleimes in wenig Tagen den Rotz auf gesunden Knollen erzeugte, kommt bei seinen Impf- und Aussaatversuchen zu dem unhaltbaren Schlusse, daß diese rotzerzeugenden Bacterien Produkte des plasmatischen Inhalts der Plastiden[2]) der Phytophthora seien. Ich selbst kam, gestützt auf Impfversuche und die Verschiedenartigkeit der Merkmale beider Krankheiten, zu der Ueberzeugung, daß der das Kraut zerstörende Pilz in die Knollen leicht einwandern kann, aber den Rotz oder die Naßfäule nicht zu erzeugen im Stande ist, sondern die erkrankte Knolle hart läßt. Er ist nur als Bahnbrecher für die Bacterien zu betrachten, deren Ansiedlung beträchtlich erleichtert wird. Im Jahre 1877 machte ich[3]) auf die wesentlichen Unterschiede der beiden bis dahin mit einander zusammengeworfenen Krankheitserscheinungen aufmerksam und betonte, die Naßfäule sei eine selbständige, auch ohne den Blattfäulepilz auftretende Bacterienkrankheit. Es ist am angeführten Orte mitgetheilt, daß der Pilz der Krautfäule der Knolle ein braun marmorirtes Ansehen verleiht, aber dieselbe fest läßt (Fig. 2). Die braunen, im

[1]) Reform der Pilzforschung 1875, S. 9. — Die Plastiden der niedern Pflanzen 1878, S. 53.

[2]) Gegenüber der neueren von Schimper (Bot. Centralbl. 1882, Nr. 44) gemachten Verwendung des Wortes „Plastiden" ist zu erwähnen, daß Hallier darunter die körnigen Formelemente der thierischen und pflanzlichen Zelle versteht, „welche in manchen Zellen die Grundlage zur Bildung von Innenzellen, so z. B. zur Bildung von Chlorophyll darbieten und bei einigen Pilzen, vielleicht auch noch bei einigen andern niedern Organismen, zu selbständigen, durch Theilung sich vermehrenden Zellen werden können." (Plastiden S. 63). Schimper bezeichnet mit diesem Namen farblose Kugeln in allen Vegetationspunkten, die durch Theilung zu Stärke-, Chlorophyll- und Farbstoffkörpern werden können; sie finden sich in jedem Vegetationspunkte, entstehen aber nicht aus dem Zellenplasma durch Differenzirung, sondern sind „Nachkommen durch Theilung ähnlicher in ganz jungen Embryonen schon nachweisbarer Stärkebildner oder Chlorophyllkörper."

[3]) Sorauer: die Fadenkrankheit der Kartoffeln. Der Landwirth 1877, Nr. 86, S. 450.

Rindenparenchym der Knolle sich vorzugsweise ausbreitenden, von außen nach innen fortschreitenden Flecke lassen erkennen, daß sie durch den zu einer körnigen, tiefbraun gefärbten Masse zerfallenden Zellinhalt und eine nebenhergehende Bräunung der Zellwände des Kartoffelfleisches (Fig. 3 b) hervorgerufen werden. Zwischen den Zellen ist das Mycel des Pilzes und auf der Knolle sind die häufig erscheinenden, Knospenkapseln tragenden Schimmelrasen charakteristisch. Ganz besonders ausgezeichnet ist aber der in den braunen oder erst sich bräunenden Zellen stattfindende Lösungsvorgang der Stärke unter vollständiger Erhaltung der Zellwand und gleichbleibender saurer Reaktion. Die Stärkekörnchen nehmen nämlich in der Richtung des größten Längsdurchmessers weniger schnell als in der Breite ab und erhalten dadurch das Ansehen schlank spindelförmiger (Fig. 10), ja manchmal selbst nadelförmiger Körper. Die in den Rindenzellen oft reichlich anzutreffenden Proteïnkrystalle verändern ihre Löslichkeitsverhältnisse. In den braunen, wie ich glaube, in Humifikation begriffenen Gewebepartien, in denen die Stärke sich löst, speichern zunächst die Proteïnkrystalle den braunen Farbstoff. Je intensiver braun dieselben erscheinen, desto unlöslicher werden sie in Essigsäure und schließlich auch in Salzsäure. Innerhalb desselben Gesichtsfeldes findet man farblose Krystalle, die sofort bei Zusatz von Essigsäure verschwinden, ferner solche, bei denen eine äußere Membran ungelöst zurückbleibt und endlich solche, die der Essig- und Salzsäure vollständig widerstehen. Die Knolle riecht dumpf humusartig.

Vergleicht man damit die Eigenschaften der rotzkranken Knolle, wie die Erweichung der Zellwände, die lange Erhaltung und schließlich in anderer Weise stattfindende Zersetzung der Stärke (Fig. 9), das Fehlen eines Mycels und stete Vorhandensein von Bacterien mit dem nicht zu verkennenden Buttersäuregeruche, so ist ein Auseinanderhalten beider Krankheiten leicht. Obwohl die Impfversuche mit **Fusisporium Solani**, welche Reinke und viel früher de Bary[1]) nebst andern angestellt, eine gesunde Knolle nicht krank machen konnten, glaube ich doch auch in dem vorerwähnten Pilze eine zum Rotz disponirende Ursache zu erkennen. Es wird zugegeben werden müssen, daß die Sporen dieser Schimmelform nicht im Stande sind, mit ihren Keimschläuchen die Schale einer gesunden Knolle zu durchbohren, wie es bei den Keimschläuchen des Krautfäulepilzes nachgewiesen worden ist; aber es ist nicht zu übersehen, wie leicht die Knospen des Fusisporium auf einer Schnittfläche keimen, wie schnell das Mycel des Pilzes deren obere Zellenlagen durchwuchert und zum Absterben bringt; es bahnt den Bacterien den Weg, und indem es die Zersetzung der Knollensubstanz durch dieselben begünstigt, wird es selbst wieder in erhöhtem Maße durch die neu entstehenden Zersetzungsprodukte in seiner Vegetation gefördert. Die Gattung Hypomyces, zu der das Fusisporium als Knospenform gehört,

---

[1]) de Bary: Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit. Leipzig 1861, S. 43.

dürfte sich wie manche andere Pilze verhalten, deren als die gemeinsten Schimmel bekannten Conidienformen auf den verschiedensten Substanzen saprophytisch leben, unter Umständen aber parasitisch in gesunde, besonders zarte und saftige Gewebe einzudringen vermögen. Dies ist z. B. der Fall mit dem gemeinen Pinselschimmel (Penicillium glaucum), der durch Risse in gesunde Kernobstfrüchte einzudringen vermag und deren Fäulniß veranlaßt.

Wir werden bei dem Hyacinthenrotz eingehender auf die Gattung Hypomyces zu sprechen kommen.

Eine Disposition zur Erkrankung kann nach Reinke auch schon in der Sorte liegen; nur fehlen über diesen Punkt die Erfahrungen. Auch fand der vorgenannte Beobachter, daß im Allgemeinen solche Knollen, die im Herbste vollkommen ausgereift, ihren maximalen Stärkegehalt haben, sich am widerstandsfähigsten gegen die Krankheit verhielten; die weniger reifen und auch die schon zweijährigen Knollen erlagen leichter der Bacteriosis.

Die in der Praxis in erster Linie zu hörende Ansicht, daß das Wetter viel Schuld an der Erkrankung habe, läßt sich bis zu einem gewissen Grade stützen. Wir finden in der That, daß die Krautfäule, sowie der Rotz bei anhaltend feuchter, trüber Witterung am schnellsten überhand nehmen. Einerseits sind diese äußeren Umstände der Entwicklung der Parasiten günstig; andrerseits wird aber auch die Lebensthätigkeit der Nährpflanze herabgedrückt. Bei solcher Witterung ist der Assimilations- und Verdunstungsprozeß schwach. Außer einer Ansammlung von Wasser wird unter solchen Umständen auch eine Anhäufung von Asparagin in den Zellen stattfinden, welches schon der absteigenden Reihe des Stoffwechsels angehören dürfte und nicht gehörig bei trübem Wetter zu Eiweißstoffen regenerirt werden kann. Aber nach Untersuchungen von Bergmann ist mit einer Herabstimmung des Assimilationsprozesses durch Lichtbeschränkung auch eine Anhäufung von Ameisen- und Essigsäure verbunden. Nicht unwahrscheinlich ist, daß auch andere Glieder der flüchtigen Fettsäurereihe (Propion-, Butter- und Capronsäure) als Bestandtheile des Protoplasma's sich an solchen trüben Tagen in erhöhtem Maße bilden. Existirt aber eine solche, mit gehemmter Ernährung verbundene Neigung zur Produktion solcher Säuren oder im gesunden Organismus schnell sich umwandelnder Basen, dann werden die organisirten Krankheitserreger, wie die Bacterien, die selbst wieder durch Lichtarmuth in ihrer Vermehrung begünstigt werden oder die Mycelpilze einen sehr günstig vorbereiteten Mutterboden für ihre Ansiedlung vorfinden.

## Mittel gegen den Rotz.

Bei der Frage nach den Mitteln gegen den Rotz ist zunächst auf das Austrocknen der Knollen hinzuweisen, falls es sich darum handeln sollte, von den erkrankten Knollen (z. B. bei neuen Sorten) Saatgut nehmen zu müssen.

Eine trockenfaule Knolle kann ganz gesunde Pflanzen geben. Daß die Triebe weniger kräftig, wie Kühn[1]) ausspricht, ist mir nicht besonders aufgefallen; nur war die Entwicklung eine verspätete gegenüber den gesunden Exemplaren von derselben Sorte.

Die leichte Ansteckbarkeit der Knollen in nassen Kellern bei zu hoher Uebereinanderlagerung läßt das von Schacht empfohlene Mittel[2]) eines sorgfältigen Auslesens bei der Ernte trotz der großen, praktischen Schwierigkeit, namentlich in Thonboden immerhin erwägungswerth erscheinen. Die bei solcher Auslese sich ergebenden Massen kranker Knollen sind nicht werthlos wegen ihres Stärkereichthums. Ob sie die Arbeit lohnen, die Reinke[3]) zur Erlangung dieser Stärke anempfiehlt, ist jedoch fraglich. Es wird nämlich gerathen, die faulenden Kartoffeln auf luftig stehende und von der Sonne beschienene Hürden zu schütten, um ein Abtrocknen zu ermöglichen. Vielleicht würde es sich auch empfehlen, die stärkehaltige Flüssigkeit durch Auspressen von den Kartoffelschalen zu trennen und dann rasch zu trocknen. Die trockenfaulen Knollen sind durch Uebergießen mit Wasser in naßfaule womöglich umzuwandeln. Die gewonnene Stärke wird zur Erzeugung eines für die Textilindustrie immerhin brauchbaren, unreinen Dextrins verwendet werden können. Billiger dürfte das Verfahren sein, bei intensiver Erkrankung größerer Ländereien alle naß-, trocken- und krautfaulen Knollen in Gruben auf lockerem Boden zusammenzutragen und sie unter leichter Erdbedeckung bis Frühjahr faulen zu lassen. Es bleibt dann (nach den einzelnen Knollen zu schließen, die man auf dem Acker im Frühjahr findet) eine Masse aus Korkschalen und Stärke in den Gruben übrig.

Wichtiger wie die Hülfsmittel sind jedenfalls die Vorbaumittel zur Verhütung der Krankheit. Vorläufig können wir erst den Versuch machen, die Gesichtspunkte festzustellen, nach welcher Richtung hin sich unsere prophylaktischen Bestrebungen zu wenden haben. Wir werden uns sagen müssen, daß bei einer Bacterienkrankheit von so allgemeiner Verbreitung der Keime wir voraussetzen müssen, dieselben seien zu jeder Zeit und an jedem Orte unserer Felder vorhanden. Es handelt sich also nur darum, womöglich zu vermeiden, daß die Bacterien günstige Entwicklungsbedingungen zu übermäßiger Vermehrung erhalten können. Bei den Impfversuchen hatte sich herausgestellt, daß selbst Wundflächen in einem feuchten Raume der Bacterienvegetation Widerstand leisten, wenn sie der freien Luft ausgesetzt sind; nur solche Impfstellen verjauchten theilweis, die noch speziell auf nasses Filtrirpapier unter feuchter Glocke aufgedrückt waren. Also beschränkte Sauerstoffzufuhr und Nässe geben in ihrer Vereinigung Veranlassung zum Rotz.

---

[1]) Krankheiten der Kulturgewächse. Berlin 1858, S. 204.

[2]) Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. S. 22.

[3]) Die Zersetzung der Kartoffel durch Pilze. Berlin, Parey, 1879, S. 26.

In welcher Weise die Rotzbacterien dabei auf die Unterlage einwirken, wissen wir nicht; jedoch liegt nach den Untersuchungen von Paschutin[1]) die Auffassung am nächsten, daß auch das Buttersäurebacterium in geringem Maße sauerstoffbedürftig ist, aber die Fähigkeit besitzt, diesen Sauerstoff der organischen Substanz zu entziehen. Paschutin fand nämlich, daß, wenn Buttersäure-Gährung in einem lufterfüllten Raume beginnt, der Sauerstoff zunächst absorbirt wird, während Kohlensäure- und etwa ein Drittel Wasserstoff entwickelt werden. Da aber die Gährung auch von Anfang an bei Luftabschluß verläuft, so kann man schließen, daß das Clostridium butyricum der organischen Substanz den Sauerstoff entzieht und Reductionserscheinungen herbeiführt. Wenn diese Ergebnisse Paschutin's sich wirklich auf das Buttersäureferment beziehen und nicht etwa darauf beruhen, wie wir bei den eigenen Untersuchungen gesehen haben, daß bei Luftzutritt andere Bacterien-Gattungen auftreten, so ist in beiden Fällen das gleiche Hülfsmittel geboten, nämlich vermehrte Sauerstoffzufuhr zu den Knollen.

Solche Zufuhr ist aber nur durch Bodenlockerung möglich. Im praktischen Betriebe wird daher in Jahren, in denen die Rotzkrankheit bedenklich zunimmt, vor Allem auf möglichst reiche Bodenlüftung zu achten sein.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Querschnitt einer abgetrockneten, rotzigen Knolle. a braun marmorirter, zunderartig lockerer Theil; b breiartig weicher, stärkereichster Theil; c violettgraue Lücke mit Spicaria- und Hypomyces-Mycel und Conidienträgern ausgefüllt; d weiche Polster von Hypomyces.

Fig. 2. Eine der Unterscheidung wegen hierher gebrachte Knolle, die nur vom Blattfäulepilz (Phytophthora infestans) allein heimgesucht wird. a die braunen, sich meist in der Rinde ausbreitenden, harten Flecke, welche diese Krankheit charakterisiren.

Fig. 3. Ein Stück Rindengewebe mit Anfängen der Bräunung durch den Blattfäulepilz. k Korkschale; r gesundes Rindenparenchym, in welchem der stärkereiche Inhalt nicht gezeichnet worden; b erkranktes Gewebe mit brauner Wand, braunkörnig zerfallendem, wolkigem Inhalt und einzelnen Stärkekörnern in Lösung.

Fig. 4. Gewebepartie aus einer trockenfaulen Knolle, charakterisirt durch die in Folge der Auflösung der Zellwände entstehenden Lücken l. Bei a die zusammengesackten, frei gewordenen Stärkekörner; b die der schleimigen Auflösung verfallenden Zellwände; k die in der Umgebung der rotzigen Stelle entstandene Korkzone, welche den Krankheitsheerd abschließt.

---

[1]) Versuche über Buttersäure-Gährung. Archiv f. d. ges. Physiologie. Bd. VIII, S. 352, cit. Bot. Jahresb. 1874, S. 349.

Fig. 5. Spicaria Solani (Knospenform der Nectria Solani).

Fig. 6 u. 7. Fusisporium Solani, die Knospenform des Hypomyces; m Microconidien, g Gemmen.

Fig. 8. Stärkekorn von einem Hypomycesfaden mit Macrosporen durchbohrt.

Fig. 9. Stärkekörner im letzten Stadium des Rotzes durch unregelmäßige Sprünge zerklüftend und zerfallend.

Fig. 10. Stärkekörner in Lösung zu spindelförmigen bis nadelförmigen Körpern, wie solche bei dem Blattfäulepilz in den braunen Gewebepartien angetroffen werden.

Fig. 11. Clostridium butyricum, die Buttersäurebacterie.

Fig. 12. Bacillusform.

Fig. 13. Tafelcolonien des Bacterium merismopedioides Z. (Sarcina Solani Rke.).

## Die Zwiebelrotze.

Nächst den Kartoffeln sind es verschiedene Zwiebeln, welche am meisten von der Bacteriosis heimgesucht werden und zwar leiden nicht nur die Speisezwiebeln, sondern auch Blumenzwiebeln bis zur völligen Vernichtung ganzer Feldstellen, wenn die Jahreswitterung besonders ungünstig für das Zwiebelwachsthum sich erweist. Am eingehendsten studirt ist bis jetzt der weiße Rotz der Hyacinthenzwiebeln; man unterscheidet davon einen später zu erwähnenden, durch einen Mycelpilz hervorgerufenen, schwarzen Rotz (zwarte snot der Holländer).

### a) Der weiße Rotz (Bacteriosis) der Hyacinthenzwiebeln.

(Hierzu Tafel V.)

Diese Krankheit hat in ihrem Verlaufe große Aehnlichkeit mit der Kartoffelnaßfäule. Die Zwiebel wird allmählich in eine gelblich weiße, schmierige, überaus übelriechende Masse aufgelöst. Der stechende Geruch weist auf das Vorhandensein von Buttersäure hin, und dieser stechend unangenehme Geruch wird auch von allen Beobachtern als charakteristisches Merkmal angegeben.

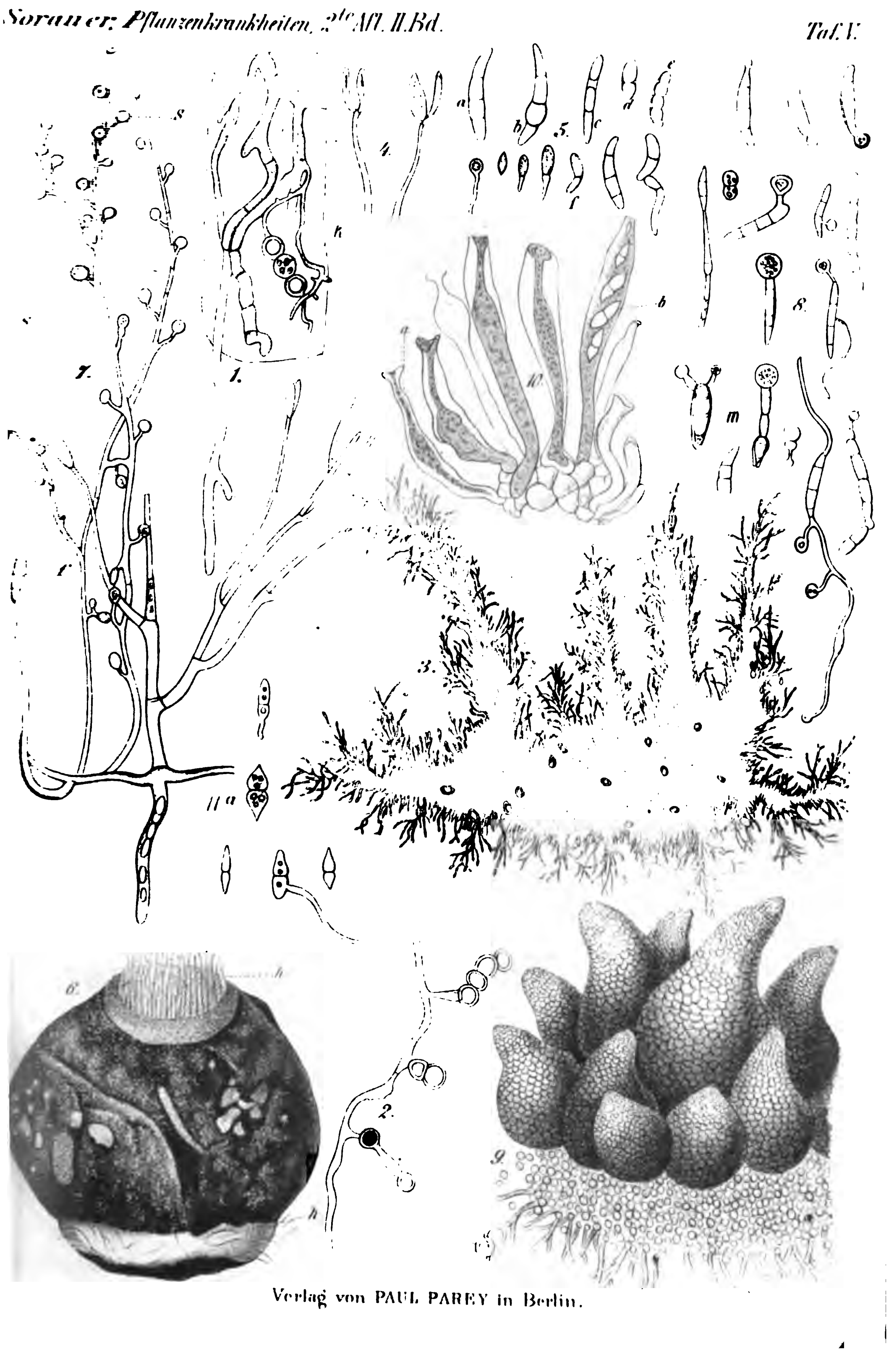
Eine ausführlichere Beschreibung der Erscheinungsweise und der Ausbreitung der Krankheit finden wir in dem Berichte eines seinerzeit berühmten, holländischen Zwiebelzüchters, Schneevoogt in Harlem[1]), der hervorhebt, daß die Krankheit den größten Schaden zu der Zeit verursacht, wenn die Zwiebeln nach dem Ausheben aus ihrem bisherigen Wachsthumsorte noch zum Nachreifen in der Erde eingeschlagen liegen. Wenn zu dieser Zeit starke Regengüsse sich einstellen und die Erde warm bleibt, so erhalten sehr viele Zwiebeln ein

[1]) Verhandlungen des Ver. z. Bef. des Gartenbaues in den Kgl. Preuß. Staaten. Bd. X. Berlin 1834, S. 252.

nahezu gekochtes Aussehen, verlieren die Zähigkeit des gesunden, in den Schuppen vorhandenen Schleimes und werden zu einer kleisterartigen, stinkenden Masse. Trotz vorsichtigster Visitation wird die Krankheit in der Regel auf die Zwiebelstellagen in den Aufbewahrungsräumen übertragen. Man erkennt die kranken Exemplare zuweilen schon daran, daß die bei der Untersuchung auf die Ringelkrankheit angeschnittene Zwiebelspitze sich mit gelblichen, schleimigen Massen bedeckt (Fig. 6 h), welche sich auch auf die Bretter der Stellagen ausbreiten und die Zwiebeln festkitten. Wegen der gelben Farbe der schleimigen Massen könne man, meint Schneevoogt, auch von einem „gelben Rotze“ sprechen.

Grade so, wie bei der Kartoffel tritt der Rotz der Hyacinthen oft als Begleitserscheinung anderer Krankheiten auf und deshalb erscheinen die Krankheitsbilder mancher früheren Beobachter verwischt. Dies ist zum Theil der Fall bei Meyen, der Merkmale des schwarzen Rotzes mit aufführt[1]) und bei Bayer[2]), welcher Charaktere der Ringelkrankheit zum weißen Rotze hinüberzieht. Dieser Beobachter erwähnt, daß der Rotz ebenso wie die Ringelkrankheit die ganz besonders stark und üppig getriebenen Zwiebeln heimsucht, und diese Angabe sehen wir neuerdings durch die Mittheilung Lackner's[3]) bestätigt. Derselbe giebt an, daß die Krankheit nicht an bestimmte Sorten gebunden ist, jedoch die in Laub und Zwiebel am fleischigsten sich entwickelnden Sorten am heftigsten heimsucht, wie z. B. l'ami du coeur (rothe und blaue), Maria Catharina, Baron von Thuil u. A. Nach Lackner beginnt der Rotz schon in dem Augenblicke kenntlich zu werden, wo das Abreifen des Laubes im Zwiebellande eintritt; ich[4]) konnte die Krankheit bisweilen viel früher auffinden. Man sieht nämlich Exemplare, deren Blätter etwa 10 cm Länge erst besitzen und bei denen die Blumen scheinbar in der besten Entwicklung sich befinden, im Wachsthum plötzlich still stehen. Der Blüthenschaft hört in seiner Streckung auf und die Blumen entfalten sich unregelmäßig. Darauf fangen einzelne Blattspitzen an, gelb zu werden; die bisweilen leuchtend gelbe Färbung schreitet zunächst langsam und zwar oft streifenweis in den Gefäßbündelregionen nach der Blattbasis hin fort, während die Spitze abzutrocknen beginnt. Allmählich werden andere Blätter derselben Mutterzwiebel und etwa 14 Tage später auch solche der Tochterzwiebeln unter denselben Erscheinungen krank. Die Wurzeln können dabei auffallend kräftig, ja bisweilen gradezu fleischig erscheinen. Man findet auch schon zur Zeit des ersten Austreibens der Zwiebeln kranke Exemplare; in diesem Falle ist die Erkrankung bereits eine sehr schwere. Der über der Erde kaum hervorkommende Blattkegel bleibt geschlossen;

[1]) Pflanzenpathologie. Berlin 1841, S. 168.
[2]) Verh. d. hannov. Gartenbau-Ver. Hannover 1833, S. 120, cit. bei Meyen.
[3]) „Der deutsche Garten“ 1878, S. 54.
[4]) Der weiße Rotz der Hyacinthenzwiebeln in „Deutscher Garten“ 1881, S. 193.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



die Blätter, welche an der Spitze gar nicht oder kaum aus einander weichen, sind an einzelnen, dem bloßen Auge weiß erscheinenden Stellen mit einander verklebt.

Die Schuppenbasis und die Wurzeln können dabei manchmal noch gesund sein; in andern Fällen jedoch gelingt es durch einen geringen Zug bei bereits hochentwickelter Krankheit die mittleren Blätter aus der Zwiebel herauszuziehen und dann erscheint die Basis verfault; in der fauligen, übelriechenden Masse fehlen selten Milben und Anguillen. An solchen Zwiebeln weisen die Blätter und Schuppen manchmal Faulstellen in verschiedener Höhe und durch scheinbar gesunde Zonen getrennt auf. Die isolirten Krankheitsheerde in der Schuppe zeigen sich als matt entfärbte oder dunklere, gelbe Zonen mit centraler, brauner Parthie. Rosanilin (essigs.) färbt das gesunde Gewebe violett, die kranke Stelle dagegen rubinroth.

Das Mikroskop zeigt, daß die breiartige Zersetzung sowohl den Zellinhalt, als auch die Membranen ergreift, so daß schließlich nur die Cuticula und Gefäßreste übrig bleiben. Die Epidermis widersteht in der Regel länger als das von ihr eingeschlossene Gewebe. An den Uebergangsstellen in das gesunde Gewebe der Zwiebelschuppe erkennt man, daß die innerste Schicht der Zellmembran zuletzt der Auflösung verfällt, welche sich mit einer Quellung der Gesammtwandung einleitet. Der Zellinhalt zerfällt körnig; vor dem Zerfall sieht man die stark lichtbrechenden, gesunden, seitenständigen Zellkerne ihre gleichartige Beschaffenheit verlieren, trübkörnig werden, sich vergrößern und ihre Contouren an Deutlichkeit abnehmen, bis dieselben endlich ganz verschwinden und nur noch zerstreute Körnergruppen die Stelle des ehemaligen Zellkerns anzeigen. Die Zerstörung schreitet im Innengewebe von Blatt und Schuppe schneller fort, als in der Epidermis.

Bei trockner Aufbewahrung der Zwiebeln zeigen die ausschließlich vom Rotz befallenen Exemplare fast ausnahmslos Mycel in den kranken Schuppen; aber dasselbe ist nicht immer an den einzelnen Stellen so weit nachzuweisen, als die kranke Verfärbung bereits fortgeschritten ist; dagegen sind die noch festen Schuppen bisweilen auch schon mycelhaltig.

An dem braunen, oberen Rande, der die vertrocknete Bruchfläche des oberirdischen Blatttheils darstellt, liegen in der Schuppe zunächst todte, lufthaltige Zellen. Die daran stoßenden, weiter abwärts gelegenen Zellen sind schon stärkearm und mit einem sehr verzweigten, septirten, stark lichtbrechenden Mycel durchwuchert (Fig. 1). In den lufthaltigen, oberen Zellen bildet das durchschnittlich 2 Mik. dicke Mycel reichlich intercalare oder endständige, kugelige oder von oben her etwas zusammengedrückte, mattgelbliche Knospen (Conidien) von etwa 6 Mik. Durchmesser (Fig. 1k). Dieselben sind entweder sitzend oder auf verschieden langen Aesten einzeln, zu zweien oder zu mehreren gehäuft, bisweilen sogar kettenförmig übereinander gestellt (Fig. 2). Die Mycelfäden liegen entweder im wirren Knäuel in den Zellen oder durchziehen dieselben strangförmig. Die feinen 1,3—1,7 Mik. dicken, jüngsten Mycelfäden, welche zunächst in das gesunde Gewebe eintreten, durchbohren die Zellwände senkrecht und zeigen bisweilen an der Eintrittsstelle in die äußere Zellwand

eine kleine Anschwellung, gleichsam als ob sie hier etwas mehr Zeit brauchten, um hindurchzukommen. Auch Stärkekörner können durch das Mycel gesprengt werden, dessen Wachsthum langsam und dessen Durchmesser gering ist, so lange die Zwiebel in trockner Luft aufbewahrt wird.

Wird aber eine rotzkranke Zwiebel in Wasser gesetzt, so bedeckt sich die erkrankte Parthie in kürzester Zeit mit einem weißlichen Flaum, der alsbald zu einem weißen Filz sich ausbildet und aus dem Mycel des den Rotz in allen bekannten Fällen fast ausnahmslos begleitenden Pilzes, eines Hypomyces, besteht. Mit zunehmendem Alter verdichtet sich der Filz; es erheben sich nun senkrecht von der Unterlage kegelförmige, mehrere Millimeter hohe, solide Pilzpolster (Fig. 6 h), die ähnlich den alten Gattungen Isaria, Stilbum und Coremium baumartig verzweigte Verschmelzungsformen des Pilzes darstellen. In Fig. 3 ist ein Theil eines solchen Polsters vergrößert gezeichnet, so daß man den Aufbau aus verklebten Fäden erkennt.

Bei Zutritt des Wassers weichen die verklebten, convergirenden Fäden der Isaria-Form garbenartig auseinander. Von den Seiten dieser Hyphenkegel strahlen einzelne, oft pfriemenförmige Fadenenden aus, die an ihrer Spitze eine, selten zwei ellipsoidische oder cylindrische, an den Spitzen abgerundete, 2—5fächerige, meistens 4fächerige Conidien tragen (Fig. 4 u. 5 a), deren Oberfläche wohl schleimig sein dürfte und die oft zu mehreren in einem Schleimtropfen eingehüllt angetroffen werden.

Die Ueppigkeit dieser Mycelentwicklung ist so groß, daß sich starke, durch Gasblasen oft gehobene Mycelpolster auch auf der nicht mehr zur Zwiebel gehörigen Unterlage ausbreiten. Erreichen diese Polster eine Wasserfläche, so bilden sie auf dieser selbst conidientragende, weiße Häute. Gleichzeitig aber treten auch dicke Bacterienhäute auf; die Flüssigkeit reagirt alkalisch. Die Mycelfäden der Häute können nun eine Dicke bis 8 Mik. erreichen.

Nach einiger Zeit verschwindet auf der Zwiebel das weiße, flockig stuppose Gewebe und an dessen Stelle treten solide, teigig-schleimige Massen von anfangs mattgelber, später wachsgelber bis hell ocherartiger Färbung; aus diesen weichen Polstern erheben sich strauchartig die kegelförmigen, bisweilen verästelten, isarienähnlichen Fortsätze, deren Zusammensetzung aus dicht verflochtenen, verklebten Hyphen noch deutlich erkennbar ist.

Aber während in der ersten Zeit nach ihrer Entstehung diese strauchartigen Fortsätze des Lagers auf ihren haarförmigen, bisweilen wagerecht hervorsprießenden Fadenenden die oben erwähnten, ellipsoidischen bis cylindrischen, später etwas gekrümmten, binnen 24—48 Stunden keimenden Conidien reichlich entwickelten (Fig. 7 f u. 8), sieht man jetzt mit zunehmendem Alter auf kurzen Aesten anderer Fäden kleine, kugelige bis birnenförmige, warzige, derbwandige, matt gelbliche Dauerconidien, (die früher als Sepedonium beschrieben) sich bilden (Fig. 7 s), deren Keimung frühestens nach 14 Tagen im Herbst beobachtet werden konnte.

Je älter der Pilz wird, desto mehr überwiegt die Bildung dieser Dauerconidien, gleichviel wo die Zwiebel sich befindet. In der Regel ist dieselbe aber dann auch schon in hochgradiger Zersetzung, wenn dieselbe äußerlich auch nicht immer bemerkbar ist. Bei Exemplaren, welche nur in feuchter Luft, nicht in direkter Berührung mit Wasser oder feuchter Erde sich befinden, können die äußeren Schuppen noch fest erscheinen, während die inneren bereits gelblich bis braun gefärbt und erweicht sich erweisen. Das Herz der Zwiebel ist dabei oft schon vollständig faulig. Der Zwiebelboden, der nach außen hin eine vier- bis acht- und mehrzellige Korkschicht besitzt, ist durch diese vor einer Erweichung von außen her geschützt. Manchmal sieht man aber die Krankheit an der Einfügungsstelle der Schuppen im Zwiebelboden auftreten und von da aus sich in die Höhe ziehen, indem die inneren Lagen des ziemlich inhaltsarmen Gewebes erweichen.

Bei der zunehmenden, jauchigen Zersetzung sieht man neben den Raphidenbündeln von oxalsaurem Kalk auch kohlensauren und phosphorsauren Kalk auftreten; ebenso sind Milben und Fäulnißälchen ungemein häufige Begleiter des Fäulnißprozesses. Ueber diese Punkte ist die Originalabhandlung nachzulesen.[1])

Ueberall aber, wo es sich um Erweichung der Substanz handelt, zeigen sich Bacteriennester in der erweichenden Masse, **bevor** noch Mycel des Pilzes (Hypomyces) nachgewiesen werden kann; ebenso faulen die Wurzeln bei Bacterien-Einwanderung, ohne daß der Pilz vorhanden zu sein braucht, obgleich er im Allgemeinen selten fehlt. Die Bacterien sind in Kugel- und Stäbchenformen vorhanden. Nach dem meist eintretenden, stechenden Buttersäuregeruch zu schließen, dürfte unter den Stäbchenformen das Clostridium butyricum (Bacillus Amylobacter) reichlich vertreten sein. Wakker, der in einer vorläufigen Notiz die Krankheit als „gelben Rotz“ beschreibt und dieselbe ebenfalls auf Bacterienvegetation zurückführt, giebt den von ihm beobachteten, in Größe und Gestalt mit Bacterium Termo ungefähr übereinstimmenden Formen den Namen Bact. Hyacinthi.[2])

Man trifft mehrfach Bacterien von kugeliger oder sehr kurz stäbchenförmiger Gestalt in den noch fleischigen Schuppen in einzelnen Zellgruppen des innersten, oft stärkeärmeren Schuppengewebes. Der Inhalt solcher Zellen fällt durch sein trübes, gelbliches Ansehen auf, das durch die Bacterien verursacht wird. Bisweilen ist nur der Zellkern mit diesen Organismen angefüllt Das Mycel des Hypomyces war manchmal erst an der Spitze derartiger Schuppen in den verkorkten Zellen der Bruchfläche nachzuweisen; etwas weiter abwärts wurden spindelförmige und kugelige Conidien angetroffen, deren Keimschläuche die Epidermis durchbohrten.

Grade so wie bei dem Kartoffelrotze, dessen Knospenform als Fusisporium beschrieben, treten auch hier unter den spindelförmigen oder cylindrisch-kahnförmigen Conidien, welche als Microconidien bezeichnet und in Fig. 8 in verschiedenen Keimungsstadien dargestellt sind, sehr kurze zweizellige Formen auf; dieselben sind spitzeirund mit eingeschnürter Mitte, zeigen eine Länge von nur 16 Mik. bei 6 Mik. Breite, während umgekehrt auch Riesenknospen vorkommen. Diese sind häufig auch nur zweifächerig, aber 50—60 Mik. lang bei 6 Mik. Breite und fast stabförmig ungekrümmt. Die später auftretenden und dem strauchartigen Lager eine bernsteingelbe Farbe verleihenden derbwandigen, kugeligen Macroconidien (Fig. 7 s) entstehen meist an kurzen Aesten der Hyphenkegel; sie zeigen sich aber auch schon an den Keimschläuchen, ja häufig selbst als Sprossungen der einzelnen Fächer der Microconidien (Fig. 8 m). Es scheint, daß die Zeitdauer, welche die kugeligen Macroconidien gebrauchen, um zu keimen, sich in dem Maße abkürzt, je näher die Reife der eigentlichen Früchte tritt.

Die eigentlichen Fruchtkapseln des Pilzes wurden bei Zimmerkulturen im Februar erhalten; im Freien werden sie sicherlich später auftreten. In der ganz verfaulten Masse

---

[1]) Sorauer: Der weiße Rotz der Hyacinthen-Zwiebeln. Deutscher Garten 1881, Heft 4, S. 198 u. 199.

[2]) J. H. Wakker: Vorläufige Mittheilungen über Hyacinthenkrankheiten. Bot. Centralbl. 1883, Bd. XIV, S. 315.

entstehen kleine, rundliche, oder größere, bis 2 mm lange, gestreckte Colonien von 10 bis 60 Stück anfangs leuchtend ziegelrothen, später carminrothen Kapseln (Perithecien) mit gelber, meist gekrümmter, bisweilen in einen längeren Hals ausgezogener Spitze von 300—450 Mik. Höhe und 160—220 Mik. größter Breite. (Fig. 9.)

Die zahlreichen Schläuche (Fig. 10) im Innern sind 4—8sporig, cylindrisch, 60 bis 100 Mik. lang, an der Basis verschmälert, an der Spitze vor dem Oeffnen vorgewölbt und in ihrer Membran gequollen verdickt; nach dem Oeffnen ist die Spitze abgestutzt. Nach dem Entleeren der Sporen ist die obere Parthie des Schlauches krugförmig zusammengezogen mit breitbleibender, wulstig aufgeworfener Mündung (Fig. 10a).

Das Ausschleudern der Sporen scheint dadurch einzutreten, daß die Membran des Schlauches von der Spitze anfangend aufquillt und den Zellinhalt zusammenpreßt. Die einreihig liegenden, einander häufig dachziegelig deckenden Sporen sind ellipsoidisch, in der Mitte durch eine Querwand getheilt und bisweilen, ähnlich den Microconidien, auch etwas gekrümmt, 10—18 Mik. lang und 4—8 Mik. breit im größten Durchmesser. Bei der Keimung quellen sie auf; durch das Anschwellen der einzelnen Fächer erscheint die Spore in der Mitte stark eingeschnürt (Fig. 11a). Der im Wasser binnen 24 Stunden bis 50 Mik. Länge erreichende Keimschlauch ist so breit, wie derjenige der Conidien. Schlauchsporen sowie Macroconidien können wieder Microconidien erzeugen.

Der hier beschriebene Pilz ist darum in der Anmerkung in seiner Entwicklung ausführlicher geschildert worden, weil diese Gattung in verschiedenen Arten als fast unzertrennlicher Begleiter der Rotzkrankheiten, soweit dieselben augenblicklich bekannt, auftritt.

Die vorliegende Art, deren Knospenform nach der früheren Systematik als selbständige Gattung den Namen Fusisporium führen und dessen Macroconidienform Sepedonium heißen würde, stimmt mit keiner der mir bekannten Hypomyces-Arten überein und hat deshalb den Namen Hypomyces Hyacinthi Sor. erhalten. Die größte Aehnlichkeit, sowohl in seinen Größenverhältnissen als in seinen Formen besitzt der Pilz mit dem von Reinke beschriebenen H. Solani; er unterscheidet sich jedoch von demselben durch die Anzahl der Fächer der vorherrschenden Form seiner Microconidien, die bei Solani sechsfächerig, bei H. Hyacinthi durchschnittlich nur 4fächerig sind; auch gelang es nicht, das warzige Epispor bei den Schlauchsporen von H. Hyacinthi zu beobachten, das bei H. Solani angegeben wird.

Nach der wiederholt beobachteten Thatsache des Auftretens der jauchig-schleimigen Zersetzung an Stellen, an denen nur Bacterien, aber kein Hypomyces-Mycel zu finden war, muß man schließen, daß der Hypomyces nicht die Ursache, sondern nur Begleitserscheinung des Rotzes ist und daß die Bacterien durch ihre Einwanderung den ersten Anstoß zur Fäulniß geben. Die früher von mir angestellten Impfversuche hatten diese Annahme nicht bestätigt, sondern ein Einwandern des Pilzmycels und Ausbreiten der Krankheit von diesen Impfstellen aus ergeben. Nachträglich wiederholte Versuche haben aber überzeugend nachgewiesen, daß die eigentlich rotzige Zersetzung ausschließlich Produkt der Bacterien ist. Nachdem mir in letzterer Zeit Fälle bekannt geworden, in denen Bacterien-Einwanderung ohne erkennbares Hypomycesmycel

vorlag, sehe ich den Krankheitsvorgang bei dem Hyacinthenrotze in folgender Weise an. Die Bacterien sind jederzeit und überall im Freien vorhanden; sie greifen eine vollkommen gesunde, ausgereifte Zwiebel unter normalen Witterungsverhältnissen nicht an. Tritt aber viel Regen ein zur Zeit des Abreifens der Zwiebeln oder nach dem Herausheben derselben, oder kommen dieselben in dauernd feuchten Lagen mit erkrankten Zwiebeln in Berührung, so begünstigt die Nässe die bisher in schwacher Entwicklung, gleichsam latent gewesenen Bacterien. Tritt zu derselben Zeit ein prädisponirender Faktor in der Zwiebel dazu, so erfolgt Einwanderung und Rotzerkrankung. Solche disponirenden Faktoren sind nach den Angaben der obenerwähnten, praktischen Züchter erstens in Wunden zu suchen. Derartige Verwundungen sind bei der Methode des Heraushebens der Zwiebeln im noch nicht völlig reifen Zustande und Einschlagen derselben an einen andern Ort massenhaft vorhanden. Ausgeschlossen ist dabei auch nicht der Umstand, daß die noch nicht zur Ruhe gekommenen und noch nicht vollständig gereiften Schuppen Zucker enthalten, der in Alkohol und Essigsäure oder durch die Milchsäurebacterien in Milchsäure und von da in Buttersäure in den Zellen übergeht. Wenigstens deuten auf ersteren Vorgang die ebenfalls zu beobachtenden Fäulnißerscheinungen mit saurer Reaktion und einem Geruche nach Essigsäure. Auch bei dem Kartoffelrotze kann nach der Buttersäure-Gährung unter Luftzutritt bei Auftreten anderer Bacterien oder sprossender Hefeformen eine dauernd saure Reaktion eintreten; hier scheint dann aber Kohlensäure vorherrschend zu sein.

Fernere disponirende Ursachen sind bereits eingewanderte Pilze. Diese können sein das bei der Ringelkrankheit vorkommende Penicillium glaucum; es tritt in Folge dessen der Rotz mit der Ringelkrankheit gemeinsam auf.

Von den im April mit Erfolg geimpften Exemplaren zeigte sich bei zwei Individuen im Juni die Erde bis auf 6 cm im Umkreise der kranken Zwiebel mit einem leicht rostfarbenen Anfluge bedeckt. Unter der Lupe löste sich dieser Anflug in Gruppen kugeliger oder kurz abgesetzter, birnenförmiger bis schlank kegelförmiger, fleischig erscheinender, in eine weißlichgelbe bis bräunliche, selten tief gebräunte Spitze auslaufender Pilzgebilde auf, die bei stärkerer Vergrößerung als die strauchartige Conidienform des Hypomyces erkannt wurden. In dieser Knospenform hatte sich also der Pilz schon in ziemlich weitem Umkreise von der kranken Zwiebel verbreitet. Dadurch erklärt sich, in welcher Weise sich die Krankheit im Boden von einer Zwiebel zur andern fortpflanzen kann, da das Mycel Bacterien mitschleppt. Die neue Infection wird sich im Frühjahr durch die schnell auskeimenden Microconidien in der ersten üppigen Streckungsperiode der Zwiebeln vollziehen und zwar entweder von Exemplaren aus, die mit unbemerkt gebliebenen Krankheitsanfängen im Herbste wieder in die Erde gekommen sind oder durch Dauerconidien, die im Boden verblieben

sind; auch eine Ascosporen-Infection wird möglich sein, falls die Fruchtkapseln sich im freien Lande ausbilden.

Daß fortpflanzungsfähige Reste des Pilzes von einem Jahre bis zum andern im Boden bleiben, dürfte aus der den Zwiebelzüchtern genugsam bekannten Erscheinung hervorgehen, daß Ländereien, auf denen der Rotz einmal vorhanden, von der Krankheit trotz des jährlichen Aufhebens der Zwiebeln kaum zu befreien sind; immer tritt das Uebel sporadisch wieder auf. Der Hypomyces muß hier als Schlepper der Bacterien aufgefaßt werden.

Es ist aber hervorzuheben, daß sowohl Mycel wie Bacterien in wochenlanger Berührung mit einer Zwiebel sein können, ohne diese rotzkrank zu machen. Gesunde Zwiebeln, welche in die Glasschalen gelegt wurden, in denen der Brei verfaulter Zwiebeln den Boden bedeckte, erkrankten nach mehreren Wochen nicht am Rotz. Es kann weder das Hypomycesmycel noch die Bacterienvegetation durch die Korklage des Zwiebelbodens und durch die unverletzten Wandungen der Epidermis der trocknen Schuppe. Für das Mycel müssen nach dem Ergebniß der Impfversuche bevorzugte, zarte Stellen vorhanden sein, für die Bacterien direkte Nässe und verminderte Athmung der Zwiebeln.

Die Thatsache, daß selbst auf den Lagerungsstellagen der Zwiebel-Aufbewahrungsräume eine Ansteckung erfolgt, erklärt sich durch die bei Raummangel eintretende, günstige Infectionsgelegenheit. Wenn die Zwiebeln unter solchen Verhältnissen übereinander geschichtet werden, entsteht zwischen den einzelnen Exemplaren ein wenig durchlüfteter, feuchter Raum, der ein schnelleres Hinüberwachsen des Mycels von einer Zwiebel zur andern und schnellere Vermehrung der Bacterien ermöglicht.

Daß Witterungs- und Bodenverhältnisse von Einfluß auf die Intensität der Erkrankung sein können, wird verständlich, wenn man bedenkt, daß z. B. die Nässe der Bacterienvermehrung außerordentlich günstig ist, aber für die Zwiebel gleichzeitig ungünstig wirkt. Wenn frischer Dung vorhanden ist, werden die Zwiebeln sehr kräftig, aber auch wasserreicher, dünnwandiger und länger in Vegetation bleibend. Die Krankheit wird da am wenigsten zur Ausbreitung gelangen, wo ein schnelles Abreifen der Zwiebeln stattfinden kann, wie z. B. auf magerem Sandboden, der mit seiner geringen wasserhaltenden Kraft dem schnellen Erwärmen und Austrocknen ausgesetzt ist. Wenn man sich bei der günstigen Wirkung der Düngung auf die Ausbildung der Zwiebeln auch nicht entschließen wird, allgemein künftig alle Zwiebeln auf etwas mageres, sandiges Land zu legen, so sollte man dies doch mit Sorten oder Zwiebelstämmen thun, in denen der Rotz aufgetreten ist.

## Figuren-Erklärung.

Fig. 1. Mycel des Hypomyces innerhalb der Zellen der Zwiebelschuppen.

Fig. 2. Bildung der Macroconidien (Dauerknospen) des Pilzes.

Fig. 3. Das strauchartige, conidienbildende Lager des Hypomyces.

Fig. 4. Schnellkeimende Microconidien zu zweien auf einem Aste (aus dem strauchartigen Lager).

Fig. 5. Abgefallene Microconidien in verschiedener Gestalt und in Vorbereitung zur Keimung mit verschiedener Vertheilung des Inhalts.

Fig. 6. Rotzkranke Zwiebel, die an Basis und Spitze von den schleimig-fleischigen Hypomyces-Lagern umgeben ist.

Fig. 7. f Fusisporium-Form (Microconidien), s Sepedonium-Form (Macroconidien) des Hypomyces.

Fig. 8. Microconidien, welche bei der Keimung sofort Macroconidien bilden.

Fig. 9. Reife Fruchtkapseln von Hypomyces.

Fig. 10. Sporenschläuche vor und nach der Entleerung.

Fig. 11. Schlauchsporen z. Th. keimend; a ist eine vor der Keimung stark eingeschnürte Ascospore.

## b) Der Rotz der Speisezwiebeln.

Von größerem landwirthschaftlichem Interesse ist der bisher noch nicht beschriebene Rotz der Speisezwiebeln.

Dem bloßen Auge erscheint die Krankheit in sehr verschiedenen Gestalten, weil dieselbe, wie alle Rotze sehr häufig mit andern Krankheitserscheinungen combinirt auftritt. Am häufigsten begegnet man in nassen Jahrgängen einer Anzahl Zwiebeln, welche im Aufbewahrungsraume mit mäusegrauem, flockigem Ueberzuge, dem Zwiebelschimmel, Botrytis cana, bedeckt sind. Die unter den schimmelbedeckten, äußeren Schuppen liegenden, saftigen, inneren Schuppen haben ein durchscheinendes Aussehen und geben einem Fingerdrucke bald nach. Die leichte Zerdrückbarkeit der glasigen Schuppe und die stellenweis erfolgende, schmierige Erweichung derselben unter Entwicklung stechender, höchst übler Gerüche, bei denen die Buttersäure gut zu unterscheiden, geben in allen Combinationen die Ueberzeugung von dem Vorhandensein des Rotzes. Wenn eine Zwiebel ausschließlich von der Bacteriosis befallen, sieht man, daß selbst die trockne, feste, äußerste Schale erweicht und verjaucht werden kann. Von dem ersten Ansteckungsheerde aus schreitet die Verjauchung im Umkreise und auch in die Tiefe gehend, schnell vorwärts. Häufig bemerkt man um die verjauchten Stellen an den äußeren, trocknen Schuppen einen Rand von derselben Farbe, aber dunklerer Nüancirung als die gesunde Schale aufzuweisen hat; bei fleischrothen Zwiebeln ist der Rand roth, bei unsern gewöhnlichen, holländischen Speisezwiebeln erscheint der Rand gelbbraun bis braun. Bei den im Boden erkrankten Exemplaren ist die rotzige Seite mit Erde verklebt und, von derselben befreit, eingesunken, schmutzig, nässend und die typische Zwiebelgestalt mehr oder weniger verlassend.

Dort, wo Luft zur Zwiebel im Boden leicht Zutritt hat, erscheint diese Zwiebel meist am Halse mit braunweißen, flockigen Räschen oder schwammig-fleischigen, ochergelben oder bernsteinfarbigen, dendritisch verzweigten, bis 0,5 mm hohen Pilzrasen bedeckt. Die Rasen bestehen aus farblosen Fäden, die untereinander stielartig verklebt sind und garbenartig pfriemenförmige Aeste aussenden, an deren Spitze spindelförmige, etwas gekrümmte, 3—5fächerige oder erst spitz ovale, noch scheidewandlose Knospen gebildet werden.

Die Knospenform und Entwicklung gleicht genau dem als fast ausnahmslosen Begleiter des Kartoffelrotzes bezeichneten Fusisporium, resp. Hypomyces und so sehen wir denn auch hier dieselbe Erscheinung wie bei den vorigen Krankheiten, daß nämlich ein Hypomyces als unmittelbarer Gast zu finden ist, der auf das Aussehen der kranken Zwiebel charakteristisch bestimmend einwirkt.

Da nun in der Natur die Krankheit in ihrer reinen Form selten zu studiren ist, so habe ich im Winter 1882 eine Reihe von Impfversuchen unternommen.

Im Dezember wurde eine vollkommen gesunde, holländische, trockne Speisezwiebel auf eine rotzige Kartoffel bei Luftabschluß aufgelegt und angedrückt. In 15 Tagen zeigte die Zwiebel an der Berührungsstelle eine 2 mm tiefe, 1 cm breite, jauchige Wunde. Der Kartoffelrotz überträgt sich also auf die Zwiebeln. Die Fäulniß hatte bereits 3—4 hintereinander liegende, gesund gewesene, fleischige Schuppen ergriffen. Der erkrankte Theil war durchscheinend braun, aber noch nicht breiartig; die intensivst kranke Stelle zeigte die Zellen in Inhalt und Wandung zu einer grobkörnigen, braunen Masse zerfallen. Bei dem Uebergange in das weniger erkrankte Gewebe nahm man wahr, daß vor Eintritt dieses grobkörnigen Zerfalls die Intercellularsubstanz oder Zwischenlamelle stark zu einer farblosen, weichen, gummiartig erscheinenden Masse aufgequollen war; die Quellung wurde endlich so stark und auf größere Theile der Außenmembran ausgedehnt, so daß schließlich nur die Innenmembran der Zellen als Grenze von breiten, die Zellenlumina trennenden Streifen übrig blieb. Diese von den Ecken dreier sich berührenden Zellen ausgehende Veränderung schreitet nun stückweise fort; ebenso der auf die Quellung folgende Zerfall in grobkörnige, braune Substanz, so daß an derselben Zelle eine halbe Wandung noch ungefärbt und ungequollen, ein folgendes Stück ungefärbt gequollen, ein weiteres Stück gebräunt und gequollen und endlich ein kleiner Rest schon grobkörnig zerfallen sein kann.

In den gesunden und den im Anfangsstadium der Erkrankung befindlichen Zellen zieht Glycerin große Zuckertropfen zusammen, was namentlich reichlich in dem direkt unter der Epidermis liegenden Gewebe sichtbar wird; am nächsten Tage sind die Tropfen ohne die starke bisherige Lichtbrechung und mit Eintritt der Bräunung überhaupt nicht mehr kenntlich. Zu Anfang der Er-

krankung findet man auch bisweilen enorm ausgeweitete, fast durchscheinende Zellkerne mit 2 Kernkörperchen.

Die lange Zeitdauer, welche die Infection erfordert, erklärt sich aus der großen Widerstandskraft der trocknen, unverletzten Schale gesunder Zwiebeln. Der wasserarme Zustand, die schwierige Benetzbarkeit, der gummiartig spröde, zusammengetrocknete Zellinhalt sind Faktoren, welche der Ausbreitung der Bacteriosis großen Widerstand entgegensetzen.

Bei anderen Impfversuchen mit derselben Zwiebelart, die sich durch ihren festen Bau auszeichnet, erwies sich die Schale erst nach 9tägiger Berührung mit einer rotzigen Kartoffel angegriffen. Die Berührungsstelle selbst war heller als der umgebende gesunde, trocken gebliebene Theil der Schuppe, aber etwas blasig abgehoben und dunkel umrandet, für das bloße Auge noch ohne Zeichen von Erweichung. Die abgezogene Oberhaut zeigte jedoch, daß die Cuticula mehrere scharfrandige, isolirte, mikroskopische Löcher besaß, an deren Rand die Cuticula zurückgerollt war und an welcher äußerst kurze Bacterienstäbchen gehäuft lagen. Ob diese Löcher durch die Bacterien hervorgebracht werden, bleibt darum zweifelhaft, weil man bei eben aus dem Lande genommenen, gesunden Zwiebeln auch solche Löcher bisweilen findet. Wenn man die Löcher als Produkt eines von den Bacterien vielleicht ausgeschiedenen Fermentes ansehen will, muß man annehmen, daß bei ganz normalem Wachsthum im Boden die Zwiebel zeitweis bei feuchter Witterung im jugendlichen Entwicklungsstadium von Bacterien angefaßt werde. Gestützt wird eine solche Annahme dadurch, daß man bei frisch aus dem Acker ausgehobenen, gesunden Zwiebeln auf der äußern Schale zusammengetrocknete Haufen von Micrococcen, wohl auch frische Zoogloäformen vorfindet und daß bisweilen eine so zusammengetrocknete, normale Schuppe auf große Strecken hin von dem dendritisch verzweigten Mycel des Botrytis cana bedeckt und durchwuchert erscheint, ohne irgend eine Krankheitserscheinung an dem frischen Theil der Zwiebel einzuleiten. Es hat also dieser gefährliche Schimmel auch schon in einem früheren Entwicklungszustande der Zwiebel Gelegenheit gefunden, dieselbe zu attaquiren, ist jedoch nachträglich, wahrscheinlich durch trockne, warme Witterung zum Stillstand gebracht worden und gänzlich ungefährlich für die Nährpflanze geblieben. Der Versuch, das Botrytis-Mycel durch Kultur im feuchten Raume zu neuer Entwicklung zu beleben, gelang nicht, wohl aber gelang dies mit den Bacterien. Der dunkler gefärbte Rand, der die verblaßte Infectionsstelle der Zwiebelschuppe umgiebt, erscheint mir charakteristisch für die Bacteriosis; denn die Zwiebeln, welche vergleichsweise in ebensolcher Manier in destillirtes Wasser gesetzt wurden, zeigten an der Berührungsstelle weder ein solches Verblassen noch auch so intensives Umrändern, so daß man annehmen kann, daß durch Berührung mit der bacterienhaltigen Flüssigkeit die Lösung des in den Epidermiszellen der Zwiebel vorhandenen Farbstoffes eine schnellere ist. Der lösliche Farbstoff

zieht sich an den Rand der benetzten Stelle und schlägt sich dort durch die verstärkte Verdunstung nieder.

In der trocknen Zwiebelschuppe ist neben dem im Wasser löslichen, rötblichgelben Farbstoff, der an den Gefäßbündeln am besten erkennbar ist, in den Epidermiszellen oder auch noch in dem daranstoßenden Parenchym eine bei dem Eintrocknen der Zwiebelschuppe gummiartig hart und spröde gewordene Masse vorhanden, welche im Wasser wahrscheinlich durch Quellung der Zellmembran, auf welcher die Substanz aufgelagert ist, in scharfkantige Stücke zerbricht und (bei der holländischen Zwiebel) eine schwefelgelbe Färbung annimmt. Auch diese Substanz geht im Wasser eine Reihe von Veränderungen ein, welche bei der Bacteriosis intensiver sind. Ebenso zeigt der oxalsaure Kalk, der in den bekannten, schön ausgebildeten Prismen reichlichst in den subepidermalen Zellen vorhanden ist, intensivere Zerfallerscheinungen. Die Zerfallprodukte sind nicht kohlensaurer Kalk, sondern zeigen auch bis zu den kleinsten Stückchen, in welche sie durch parallele Querrisse sich oft zerklüften, eine Unlöslichkeit in Essigsäure. (Bei Erhitzung findet unter Bräunung des Krystalls die Entstehung paralleler Längsrisse statt.)

In der frischen Schuppe sind die Krystalle selten mit Rissen versehen und die Substanz, welche nach der Spitze hin zunehmend, bei dem Abtrocknen gelb, spröde und von kantigem Bruche sich zeigt, scheint in frischem Zustande syrupähnliche, durch Glycerin kenntlich zu machende Flüssigkeit darzustellen. In dem Maße, wie die Schuppe abtrocknet, wird auch die Flüssigkeit dicker, bis sie endlich spröde und hart wird. Bei Wasserzufuhr quillt dieselbe wieder auf; die einzelnen Bruchstücke runden sich allmählich tropfenartig ab und zeigen z. Th. eine eigenthümliche Umlagerung. Es stellt sich in den Massen eine radiale Faserung ein, welche die einzelnen Substanzstücke in eine entfernte Aehnlichkeit mit den Sphärokrystallen des Inulins treten läßt. Später, bei fortschreitender Lösung zerfallen diese Inhaltsmassen wohl auch zu brauner Substanz von körniger Struktur, die bei Kalizusatz wieder zu gelben bis braungelben Massen aufquillt und theilweis gelöst wird. Der oxalsaure Kalk kann dann gänzlich verschwunden sein. Glycerin zieht in der frischen Schuppe neben dieser Substanz noch isolirte Syrupkugeln zusammen. Es war nicht zu beobachten, daß diese Zellen eine besondere Heimstätte für die Bacterien abgegeben hätten; dagegen fanden sich öfter reiche Ansammlungen in einzelnen der großen Schlauchzellen, welche von der Epidermis durch 2 Zelllagen getrennt sind, die Schuppe der Länge nach durchziehen und einen trüben Inhalt besitzen, der bei Einwirkung von Glycerin in unzählig viele Tröpfchen sich differenzirt. Die Lage der zuckerreichen Zellen, welche der Bacterienvermehrung besonders günstig sind, befindet sich zwischen den Schlauchzellen und der Epidermis.

Auch hier, wie bei der Kartoffel erscheint mir die Bacterienvegetation unter verschiedenen Umständen verschieden, mindestens ihrer quantitativen Zusammensetzung nach. Während bisweilen und namentlich zu Anfang reichlich eine Micrococcenbildung in scheinbar vollkommen geschlossenen Epidermiszellen auftritt, überwiegt bei fortschreitender Fäulniß die Kurzstäbchenform, unter denen nicht selten solche mit Sporenköpfchen an einem Ende sich vorfinden; während andere, breitere, mit Jod sich bläuende, zum Buttersäurepilz zu rechnende in wechselnder Menge dazwischen liegen. Wenn die ganze Impffläche in eine grauschleimige Masse verwandelt ist, sieht man vorzugsweise äußerst zarte, sehr bewegliche, cylindrische Kurzstäbchen von durchschnittlich 2 Mik. Länge und sehr geringer Breite, die bei der Ruhe mit ihren Polenden in die Höhe stehen und

dann den Eindruck von Micrococcuscolonien machen. Sehr selten sind längere, geschlängelte (Vibrio) oder gebrochene Fäden. Bei vermehrtem Luftzutritt waren längere Formen häufiger; es wurden Stäbchen ohne deutlich erkennbare Gliederung bis zu 10 und 16 Mik. Länge beobachtet. Bacterium merismopedioides aber, das eine Kahmhaut auf den mit Wasser übergossenen, rotzigen Kartoffeln bildete, wurde bei dem Zwiebelrotz nicht gefunden. Unter diesem Bacterienschleim beginnt auch die Lösung der Gewebe mit einer Lösung der Intercellularsubstanz; die sich lösende Zellwand zeigt bis zum letzten Augenblicke Cellulose-Reaction mit Chlorzinkjod.

---

Das praktische Gesammtresultat aus diesen Einzelheiten ist der Nachweis, daß die Speisezwiebeln durch rotzige Kartoffeln angesteckt werden können und daß diese Ansteckung am schnellsten erfolgt, wenn den Bacterien die zuckerreichen Zellschichten im Innern der Zwiebelschuppen bald zur Verfügung stehen, wenn dieselben also auf eine Wundfläche gelangen. Doch bleibt zu betonen, daß selbst die ganz gesunde, trockne, äußere Zwiebelschale bei längerer Berührung mit den Rotzbacterien keinen dauernden Widerstand leistet.

Es ist ferner constatirt, daß Bacterienmassen, sowie Sporen von Mycelpilzen im Acker an gesunden Zwiebeln gefunden werden, aber dort so lange latent zu bleiben scheinen, bis günstige Entwicklungsbedingungen für sie eintreten.

Am nächsten lag nach dieser Erkenntniß die Frage, wie die Bacterien und Mycelpilze im Boden sich ausbreiten mögen. Behufs Lösung dieser Frage wurden gesunde Zwiebeln im Laufe des Januar, Februar und März in die Mitte weiter Thonschalen gepflanzt, welche eine Oeffnung bis 25 cm besaßen, so daß von der Zwiebel bis zum Rande des Gefäßes jederseits etwa 10 cm Entfernung blieben. Die Schalen waren neu, mit ausgeglühtem und ausgewaschenem Quarzsand erfüllt und standen bis an den Rand in Gefäßen mit destillirtem Wasser. Der Sand und die Zwiebeln blieben somit fortwährend feucht, ohne daß von oben hätte Wasser gegeben werden müssen.

Schon nach zwei Tagen war eine matte, rostfarbige Zone um die Zwiebel herum im weißen Sande bemerkbar; die Färbung des Sandes mußte von dem ausgelaugten Farbstoff der äußeren Zwiebelschalen herrühren.

Zwischen den Sandkörnchen zeigt das Mikroskop gelbliche Schleimmassen von unregelmäßig gestalteten Zoogloäformen, die aus außerordentlich kleinen, kugeligen Bacterien gebildet werden und sehr leicht zerfließlich sind. Hier und da sieht man große, bis 8 Mik. lange, sehr schmale, schwach lichtbrechende cylindrische Bacillen.

Nach einigen Tagen hat sich die Zone bereits bedeutend verbreitert; die Bacterien sind weit in den Sand hinausgerückt. In der nächsten Umgebung der Zwiebel nimmt der Sand schon ein dunkleres, etwas schleimiges Aussehen an; hier finden sich außer den zarten Kurzstäbchen sehr starke Exemplare

von 6 Mik. Länge und 2 Mik. Dicke, von denen ein Theil in der Mitte eingeschnürt, also in Theilung begriffen. Auch Individuen mit zugespitzten Enden, also in Gestalt der Weberschiffchen kamen zu Gesicht, so daß ich glaube, die Formen des Buttersäurepilzes vor mir gehabt zu haben. Von der Zwiebel herab ziehen sich kräftige Mycelfäden in den feuchten Sand.

In 22 Tagen ist die ganze Schale buntfarbig, der centrale Theil mit ockerfarbig schleimigem, sammetartigem Ueberzuge versehen. Letzterer ist fast ausschließlich dargestellt von den baumartigen Knospenformen des Hypomyces, dessen Conidien, namentlich die kugeligen Macroconidien (Sepedonium) in ihrer Wandung häufig den Farbstoff der Zwiebel gespeichert haben. Dicht an der Zwiebel neben unzähligen, luftliebenden Bacterien (auch Vibrio) zeigen sich Fäulnißbewohner aller Art: Plasmodien in lebhafter Bewegung, Anguillen 2c. An den oft Gemmen zeigenden Mycelfäden hängen mehrfach Bacterien; doch scheinen Erstere wohl hierbei nicht immer als nennenswerthe Verbreiter der Letzteren im Boden zu fungiren. Vielmehr dürfte sich die Verbreitung der verschiedenen Fäulnißbacterien in der Weise vollziehen, daß die organische Substanz irgend eines Pflanzentheiles bei Regenwetter ausgelaugt wird und diese organische Lösung vertikal und horizontal diffundirt um sich bei dem Austrocknen an den mineralischen Bodengerüsttheilen niederzuschlagen. Bei feuchter Luft wird dieser noch so dünne Ueberzug von den Bacterien verarbeitet und dabei vermehren sich dieselben mehr oder weniger reich. Bei erneueter Bewässerung vertheilen sie sich horizontal im Boden weiter. Treffen sie auf lebendige Theile der Kulturpflanzen, so beginnt der ewige Kampf ums Dasein, der mit dem Siege des Stärkeren enden muß. Wer der Stärkere in dem Kampfe ist, hängt von der Witterung und den übrigen für Parasit und Nährpflanze günstigen Bedingungen ab. Tritt anhaltend trübes Wetter mit zahlreichen Niederschlägen ein bei sommerlich warmer, gleichbleibender Temperatur, so erfolgt eine Depression der Thätigkeit der Nährpflanze gleichzeitig mit reicher Vermehrung der Bacterien. Steht die Pflanze in einem schweren Boden, der das Wasser lange anhält, dann tritt durch die Ueberfüllung des Bodens mit Wasser Sauerstoffmangel und damit der günstige Zeitpunkt für die Angriffe des Buttersäure-Pilzes auf, und es leiten sich die Rotzerscheinungen ein.

Folgt eine genügend lange, trockne Periode, so werden die Fäulnißerscheinungen sistirt und die kräftiger wachsende Nährpflanze stößt die äußeren, erkrankt gewesenen Theile ab.

Auch bei den Impfversuchen wollte es mir scheinen, als ob der Grad der Wachsthumsenergie sehr maßgebend für die Erkrankungsfähigkeit des Organs ist. Wurden Zwiebeln, welche bereits in Nährstofflösung gewachsen und einen gesunden Wurzel- und Blattkörper entwickelt hatten, mit Bacterienschleim zusammengebracht, so wuchsen bisweilen wochenlang die gesunden Wurzeln in der rotzigen Masse umher, ohne zu erkranken, falls der Laubkörper kräftig in der Luft sich

weiter entwickelte. Auch sonst sieht man bei Wasserkulturen, in denen alte Wurzeln an Verschleimung zu Grunde gehen und von dicken Bacterienwolken eingehüllt erscheinen, daß gesunde Wurzeln unbehindert durch die Bacterienwolken hindurch wachsen.

Woher die größere Immunität kräftig vegetirender Organe gegen Fäulnißbacterien kommt, ist zur Zeit unaufgeklärt. Ich glaube augenblicklich, daß es mit z. Th. von einem größeren Säuregehalt des kräftig vegetirenden Pflanzentheiles abhängt; denn vielfach erweisen sich größere Mengen von Säuren als bacterienwidrige Mittel. Auch läßt sich beobachten, daß Pflanzentheile mit viel freier Säure mehr durch Mycelpilze als durch Bacterien zu Grunde gehen. Aepfel und Birnen gehen selten an Bacteriosis, sondern meist durch Schimmelpilze in Fäulniß über.

Reine, charakteristische Bacteriosis mit starker Buttersäureentwicklung und Fäcalgeruch der widerlichsten Art fand ich nur bei ganz unter Wasser faulenden Birnen. Auf der Fruchtoberfläche hatte sich ein nach Art des Knieholzes in dichten, büscheligen Zweigen wachsender Mycelpilz ohne Conidienbildung, den ich vorläufig für einen Stachybotrys anspreche, eingefunden und weißliche, fleischige Polster gebildet. Die Frucht war erweicht, aber nicht breiartig; vorherrschend war eine während der Bewegung sigmaförmig sich schlängelnde Bacillusform, die ich auch bei unter Wasser faulenden Kartoffeln als Löser der Intercellularsubstanz beobachten konnte. Bei faulendem Obste konnte meist auch kein Gas gefunden werden, das Lackmuspapier bläut. Die Wachsschicht des Obstes scheint, so lange sie unverletzt ist, sowohl für Bacterien als auch für Mycelpilze undurchdringbar zu sein. Bei unverletzten Birnen und Aepfeln, die in gesättigt feuchter Atmosphäre lange mit rotzigen Pflanzenmassen in Verbindung gewesen, konnte man wohl reichlich Zoogläa-Polster von Kurzstäbchen auf der Oberfläche wahrnehmen, aber keine Bacterien im Innern der Früchte.

Ueber die Rotze anderer Pflanzen müssen weitere Untersuchungen abgewartet werden. Sehr häufig findet sich dabei das Buttersäureferment; nie aber ist es in der Natur ausschließlich in den Pflanzentheilen gefunden worden, sondern entweder mit andern Bacteriengattungen oder mit Mycelpilzen zusammen. Die Zersetzungen sind so verschiedenartig, daß manchmal der Buttersäuregeruch stark verdeckt wird. Bei dem Rotz der Tuberrose (Polyanthes) z. B. wurden äußerst angenehme, weinig-ätherartige Gerüche bemerkt, die den Buttersäure- und einen ekelhaften Fäcalgeruch weniger zur Geltung kommen ließen. Die Gattung Hypomyces ist dabei so häufig und dominirend, daß sie als charakteristisch für die hier beschriebenen Krankheiten angeführt werden muß.

Gegen die Rotze bleibt uns kein anderer Schutz als überall, wo es angeht, eine möglichst reiche Durchlüftung des Bodens und Herbeiführung von Trockenheit.

## Die Gummosis der Tomaten.

Das jetzt noch herrschende Bestreben, alle Verflüssigungsvorgänge im Pflanzenkörper womöglich auf Fermentwirkungen niederer Organismen zurückzuführen, hat auch dazu geführt, die pathologische Gummibildung als Produkt der Thätigkeit von Bacterien anzusprechen.

Bei den Tomaten oder Liebesäpfeln, die bei uns am häufigsten von dem Krautfäulepilz der Kartoffeln, der Phytophthora infestans, angegriffen werden, ist nun eine Fäulnißerscheinung beobachtet worden, die als Bacteriosis aufgefaßt werden muß. Es tritt dabei reichlich eine Gummibildung auf und diese speziell ist von Comes als durch eine bestimmte Spaltpilzart, Bacterium Gummis Com. veranlaßt, angegeben worden.[1])

Schon im Juli liegen die Stengel der Tomaten mit ihren anfangs vergilbten, später sich bräunenden und vertrocknenden Blättern nach der Erde geneigt. An der Stammbasis und den Abgangsstellen der stärkeren Aeste zeigen sich Fäulnißheerde, bei denen das Gewebe aufgelöst wird. „Gummipartikelchen erfüllen Gefäße wie Zellen und zwischen denselben findet sich in Myriaden ein Mikroorganismus, und zwar die nämliche Bacterie, welche man auch im Innern aller jener verschiedenen Holzgewächse beobachtet hat (Feigen-, Oliven-, Maulbeerbäume, Weinreben und viele andere mehr), die an „Gummosis" leiden und die vom Prof. Comes als Bacterium Gummis bezeichnet wird."

Der Beginn der Krankheit wird von v. Thümen in der Weise dargestellt, daß die in nassen Jahren sehr üppigen, jungen Pflanzen an einzelnen Stellen aufreißen und dadurch zur Ansiedlung der Bacterien die passenden Heerde bilden. Grade auf diese Angabe gestützt, betrachte ich die Krankheit, die ich allerdings aus eigner Anschauung nicht kenne, als eine durch Wasserüberschuß zunächst allein eingeleitete Erscheinung, bei der sicherlich schon Gummification der Gewebe nachweisbar sein wird. Als gesonderte, nur bei dauernder Nässe sich hinzugesellende Folgekrankheit erscheint dann die Bacteriosis, die, wie v. Thümen angiebt, in gleicher Weise am spanischen Pfeffer oder Paprika (Capsicum annuum L.), auf Solanum tuberosum, Daucus Carota, Brassica oleracea, Beta, Phaseolus und der Baumwolle (Gossypium herbaceum) auftreten kann.

Lockern des Bodens und lichter Stand der Pflanzen werden dieser Krankheit am sichersten vorbeugen. Von der empfohlenen Phenylsäure, phenylsaurem Kalk, Eisenvitriol u. dgl. ist wenig Erfolg zu erwarten.

---

[1]) v. Thümen: Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten. Wien, Faesy, 1886, S. 79.

## Rosenrothe Weizenkörner.

Bei allen Arten von Weizen lassen sich Körner von eigenthümlich rosenrother Farbe beobachten. Nach Prillieux' Untersuchungen[1]) ist der Sitz der röthlichen Färbung nicht die Samenschale, sondern die äußere Lage des Sameneiweißes, also die sog. Kleberschicht. Der äußern Gestalt nach bieten die fraglichen Körner nichts Besonderes. Manche sind allerdings gefurcht und stellenweis mit gelockerter Fruchthaut versehen, jedoch ist dies Merkmal kein durchgreifendes. Bei dem Glasweizen ist die rothe Färbung intensiver im Querschnitt, als bei den Körnern mit mehligem Eiweiß, bei welchen die Färbung auf die äußere Schicht des Eiweißkörpers und auf den Umkreis der Höhlungen beschränkt bleibt, welche sich im Innern des Kornes bilden. Die Stärke enthaltenden Zellen bleiben ohne die rothe Verfärbung, die übrigens in Oel oder Glycerin beobachtet werden muß, da Wasser die Farbe sofort verschwinden läßt. Der Embryo ist oft sehr intensiv roth.

Die vorerwähnte Höhlung, deren Peripherie sich auch durch die Intensität der Röthe auszeichnet, grenzt an die Leiste, welche der äußern Furche des Weizenkornes entspricht und durchzieht bisweilen die ganze Länge des Kornes vom Embryo an der Basis bis zur Spitze. Bisweilen besteht die centrale Höhlung aus mehreren, communicirenden Kammern, deren Bildung aber immer von der Oberfläche des Kornes beginnt. Der Hohlraum ist von einer transparenten Zone zunächst umgeben; es sind dies diejenigen Zellen des sonst stärkereichen Sameneiweiß, in denen die Stärke bereits aufgelöst ist.

Nach dem Innern der Höhlung zu erscheint die transparente Zellschicht von einer wolkigen, zitzenartig vorspringenden Masse ausgekleidet; es sind Bacterienwolken und zwar Micrococcen und Kurzstäbchen von Gestalt der Seidenraupen-Cocons, die nur Molekularbewegung zeigen.

Die Lösung der Stärke erfolgt in der Weise, daß die Körnchen allmählich an Größe abnehmen, ohne im Innern jene radialen Sprünge und Furchen zu zeigen, die bei der normalen Lösung während der Keimung auftreten; die Einwirkung des Micrococcus bewirkt eine Corrosion der Oberfläche, die wie angenagt aussehen kann. Die erwähnten Lösungserscheinungen lassen sich am besten in der rosenroth gefärbten, an die vorerwähnte, durchscheinende Zone angrenzenden Gewebelage beobachten. Man trifft dort Zellen, in denen alle Stärke bereits verschwunden ist, so daß nur das zwischen den ehemaligen Körnern liegende Plasma als netzartige Masse zu sehen ist. In andern Fällen erstreckt sich die Auflösung gleichzeitig auf die stickstoffhaltige Substanz und die Stärkekörner. Schließlich verfallen auch die Zellwände dem Lösungsprozeß, indem sie sich aufblähen und verschleimen, wobei sie aber bis zu Ende

---

[1]) Prillieux: Sur la coloration et la mode d'altération de grains de blé roses. Annal. d. scienc. nat. 6 sér. Bot. t. VIII. S. 248.

ihre Cellulosereaktion beibehalten. Noch deutlicher läßt sich die Lösung der Zellwand bei der Zersetzung der Kleberschicht beobachten. Hier sieht man, daß die hyaline Zellenlage, welche die Samenschale von der Kleberschicht trennt und welche im gesunden Korn sehr dickwandig ist, unter der Einwirkung des Micrococcus ganz aufgelöst wird.

Die Micrococcen wandern durch die Furche des Weizenkornes ein.

Weitgreifende Beschädigungen sind bis jetzt durch diese Bacteriosis nicht beobachtet worden; auch ist noch nicht erforscht, welche äußern oder im Getreidekorn vorhandenen, außergewöhnlichen Bedingungen die Krankheit besonders begünstigen. Es läßt sich aber annehmen, daß ein geringer Reifezustand des Kornes und eine zu dichte Aufeinanderlagerung des Getreides der Bacterienvegetation Vorschub leisten und man wird daher gut thun, für recht reifes Saatgut und luftige Aufbewahrungsorte Sorge zu tragen.

## Stengel- und Blattröthungen.

Die gesunden Halme von Holcus saccharatus sind im Innern rein weiß, während die kranken Stellen eine leuchtend orangerothe Färbung aufweisen. Diese Färbung scheint aus den Blattscheiden durch den Knoten ins Innere des Halmes einzudringen und von hier die Internodien entlang zu diffundiren. Die Ursache finden Palmeri und Comes[1]) in Hormiscium Sacchari Burd. und Bacterium Termo Duj., welche im Frühjahr als grauer Reif an der Basis der Blätter massenhaft gefunden werden und durch die Spaltöffnungen eindringen. In den kranken Zellen ist die rothe Substanz, die aus dem Zellsaft stammen dürfte, an den Wandungen abgelagert; das Lumen ist von den Microorganismen erfüllt. Die an den Blättern von Amaryllis und den Zwiebeln von Eucharis auftretenden rothen Flecke führt Berkeley auf einen in die Verwandtschaft von Cercosporium Sacc. gehörenden Pilz zurück.[2]) Ich habe die Erscheinung bei sehr vielen Liliaceen und Amaryllideen gesehen, halte das Auftreten der rothen Färbung für eine Oxydationserscheinung, wage aber über die Ursache vorläufig kein Urtheil zu fällen.

# 4. Phycomycetes (Oomycetes) Algenpilze.

Schon einzelne, relativ hochentwickelte Gattungen aus der Gruppe der Schizomyceten erinnern ihrer Lebensweise nach an die chlorophyllführende Pflanzenklasse der Algen. Die durch zahlreiche Schmarotzer ausgezeichnete Familie der Phycomyceten hat in ihrem Charakter und im Habitus vieler ihrer Gattungen eine noch viel deutlicher ausgesprochene Verwandtschaft zu

[1]) Notizie preliminari sopra alcuni fenomeni di fermentazione del sorgo saccarino vivente, cit. Bot. Jahresb. 11. Jahrg. 1883, Abth. I, S. 315.

[2]) Bot. Jahresb. XI, Abth. I, S. 369.

diesen grünen Gewächsen. Abgesehen davon, daß manche Gattungen stets im Wasser, andere sowohl im Wasser als auch in feuchter Luft vegetiren, sind es vorzugsweise die Vermehrungsvorgänge, welche die Verwandtschaft begründen. Außer dem Akte geschlechtlicher Zeugung, der bei Algen und gewissen Unterfamilien der Algenpilze große Uebereinstimmung zeigt, ist auch die Bildung von beweglichen, thierähnlichen, meist mit einem Wimperapparat versehenen Knospen (Zoosporen) ein die vorstehende Pilzfamilie mit den Algen in nahe Verwandtschaft bringender Vorgang. Die Zoosporen (Schwärmsporen) erzeugende Mutterzelle heißt Zoosporangium.

Im Anschluß an die Anschauungen von van Tieghem[1]) gruppiren wir die bekannten Arten in mehrere Unterfamilien, die sich in zwei Hauptgruppen zusammenfassen lassen; die erste von ihnen enthält Pilze, bei denen, ähnlich wie bei den Schleimpilzen, der vegetative Körper, das Mycel, noch nackt und beweglich erscheint, während bei der zweiten Gruppe ein mit einer Haut bereits umkleidetes, fädiges Mycel vorhanden ist.

Zur ersten Gruppe gehören die Chytridiaceen. Es sind kurze, einzellige, meist kugelige Pflänzchen, bei denen die Zelle im Anfang ihrer Entwicklung eine längere vegetative Phase durchmacht und nachher meist ihren ganzen Inhalt zur Vermehrung verbraucht. Der schnellen Vermehrung dienen die Zoosporen, welche hier mit einer Wimper versehen sind. Zur Fortpflanzung der Art nach Ruhepausen dienen die Dauersporen, welche hier ohne vorhergegangenen Befruchtungsakt entstehen.

An diese Unterfamilie gruppiren sich die schon einen Copulationsakt aufweisenden Zygochytrieen, deren Zoosporen eine Wimper am Hinterende haben und die Ancylisteen mit zweiwimperigen Schwärmsporen.

Zur zweiten Gruppe zu rechnen, also mit fädigem Mycel versehen und durch einen vollkommenen Befruchtungsvorgang vermittelst differenzirter Geschlechtsorgane ausgezeichnet sind zunächst die Monoblephárideen, bei denen das männliche Organ, das Antheridium, bewegliche Samenkörperchen, Antherozoiden, bildet. Es schließen sich daran die Saprolegniaceen und Peronosporeen. Der vegetative Theil der Saprolegniaceen ist ein einzelliger, meist sehr langer, verästelter Mycelschlauch. Die Schwärmsporen bilden sich in den zu Sporangien abgeschlossenen Spitzen des Schlauches und tragen eine oder meistens zwei Wimpern an ihrer vorderen Spitze. Die Dauersporen entstehen durch geschlechtliche Zeugung. Das weibliche Organ, das Oogonium, verwendet den gesammten Inhalt zur Bildung eines Eies (Oosphaere) oder

[1]) v. Tieghem: Nouvelles observations sur le développement du fruit et sur la prétendu sexualité de Basidiomycètes et des Ascomycètes. Bull. de la Soc. de France t. 23. 1876, cit. Bot. Jahresber. 1876, S. 112 und 131.

mehrerer Eier, deren Befruchtungsvorgang noch nicht sicher nachgewiesen, ja in einzelnen Fällen (nach de Bary) bestimmt nicht stattfindet. Die Pflanzen leben im Wasser.

Die Peronosporeen sind in ihrem vegetativen Theile den Vorigen ähnlich. Die Schwärmsporen entstehen hier in einzeln oder kettenförmig an den Spitzen einfacher oder verzweigter Fäden sich bildenden Sporangien. Theilweis nehmen diese Zoosporangien aber schon den Charakter der Conidie an, indem sie mit einem Mycelschlauch keimen. Das Ei, die Oosphaere, entsteht hier nur aus einem Theil des Protoplasmas des Oogoniums; dasselbe wird durch deutliche Aufnahme einer aus dem Antheridium, dem männlichen Organe, übertretenden Plasmaportion befruchtet.

Den Schluß der Abtheilung bilden bei v. Tieghem die Mucorineen, bei denen der Charakter des Mycelpilzes noch deutlicher hervortritt. Das Sporangium enthält stets nur mit Mycel keimende Knospen. Die Dauerspore (Zygospore) entsteht durch Copulation. Wir werden die hierher gehörigen Pflanzen gesondert behandeln.

## a) Chytridiaceen.

### Pustelkrankheit der Skabiosen (Synchytrium Succisae).

(Tafel VI.)

Das anschaulichste Bild der Entwicklung einer Chytridiacee gewinnen wir durch Betrachtung eines speziellen Krankheitsfalles, wie ihn die Pustelkrankheit der Skabiosen darbietet.

Der Schmarotzer befällt die blaue, selten weißblühende, an feuchten Wiesenstellen wachsende Feldskabiose (Succisa pratensis Mnch., Scabiosa Succisa L.). Nach den Beobachtungen von Schröter[1]) sucht sich dieser Parasit, wie viele der andern Synchytrien die am feuchtesten stehenden Pflanzen der Wiese aus, während an trockenen Standorten befindliche Exemplare oft ganz verschont bleiben. Die Blätter, von denen die wurzelständigen am meisten leiden, erscheinen nicht verunstaltet, sondern nur goldgelb punktirt. Synch. Succisae gehört nämlich zu derjenigen Abtheilung der Synchytrium-Arten, deren Protoplasma orangegelb gefärbt ist, während eine andere Abtheilung, wie S. Anemones auf unsrer Waldanemone stets farbloses oder weißes Protoplasma besitzt. Nur wenn viele der kleinen Pusteln auf dem Blattrande stehen, verdickt und verkrümmt sich derselbe. An den Stengeln tritt der Parasit am untern Theile in langen, gelben, später braunen Schwielen auf.

Sucht man den Schmarotzer in jungen Blättern auf, so findet man ihn gewöhnlich in einzelnen Oberhautzellen in Form kleiner (0,004 mm Durch-

---

[1]) Schröter: „Pflanzenparasiten aus der Gattung Synchytrium" in „Beiträge zur Biologie der Pflanzen" von Cohn. Breslau 1870, Heft I.

messer zeigender) Kugeln, deren Wand äußerst dünn, deren Inhalt noch weiß ist oder schwach röthlich zu werden beginnt. Indem die parasitischen Kugeln allmählich ihre normale Größe von 0,01—0,017 mm Durchmesser erhalten, wird ihre Membran dicker und dadurch noch deutlicher von dem durchgängig orangerothen Inhalt separirt. Die befallenen Oberhautzellen, welche zuerst sich kaum von ihren Nachbarn unterscheiden, schwellen mit dem Wachsthum des Parasiten an und allmählich beginnen auch die Zellen der nächsten Umgebung zu schwellen und sich zu vermehren, wodurch sie eine Hülle um die direkte Nährzelle des Parasiten bilden (Fig. 1 h). In diesem Stadium erscheint die Oberfläche des befallenen Pflanzentheils wie mit blaßgrünen, in der Mitte vertieften Perlen besetzt. Im Grunde der Vertiefung jeder Perle schimmert der orangegelbe Parasit hindurch. Spätere Entwicklungsstadien zeigen nun, daß aus der herangewachsenen Kugel sich der orangegelbe Inhalt in Form eines zusammenhängenden Plasmaklumpens herausgedrängt hat. Die aufgedunsene Oberhautzelle enthält jetzt in ihrer oberen Hälfte die in Bildung von Tochterzellen bereits begriffene gelbe Plasmamasse (Fig. 1 sp) und unter ihr die von derselben losgestreifte, ursprüngliche Membran (Fig. 1 m).

Die feine Haut, welche die Tochterzellen zusammenhält, läßt sich leicht zersprengen und die durch gegenseitigen Druck innerhalb ihrer gemeinsamen Hülle verschieden gestalteten kleinen Körperchen (Fig. 2) werden frei. Diese Körperchen erweisen sich nicht als einfache Zellen, sondern als Mutterzellen, als Sporangien, deren Zahl bis 150 betragen kann; ihr Inhalt ist mennigroth; die Membran wird dick und bleibt farblos ohne Cellulosereaktion. Wenn man frische Blätter voll derartig entwickelter Parasiten mit Wasser begießt, zeigen diese Sporangien oft schon innerhalb 24 Stunden ihren Inhalt in eine große Menge sehr kleiner Kügelchen zerklüftet (Fig. 3), welche allmählich in eine erst langsame, dann immer schnellere, wimmelnde Bewegung gerathen und dann anfangen, durch eine oder zwei schon vorher erkennbar gewesene, aufgetriebene Stellen des Sporangiums herauszutreten (Fig. 3 s) und sich im Wasser schwärmend zu vertheilen: die Bildung von Schwärmsporen, dieser bei den Algen so häufigen Knospengebilde, ist erfolgt. Die meisten Schwärmsporen sind rundlich, etwa 0,002—0,003 mm lang, an einem Ende etwas zugespitzt und mit einer einzigen, langen Wimper versehen (Fig. 4 a); manchmal begegnet man doppelt so langen, cylindrischen Exemplaren (Fig. 4 b). Die Bewegung ist bisweilen hüpfend oder bohrend, als ob sie in eine Zelle sich einbohren wollten.

Ein solches Einbohren muß in der That endlich stattfinden; denn wenn man die Schwärmsporen auf ein junges Blatt aussäet, gewahrt man schon am nächsten Tage eine Anzahl derselben in die Oberhautzellen hineingewandert, vergrößert und den jungen Zuständen ähnlich, denen man sonst in der Nährpflanze begegnet.

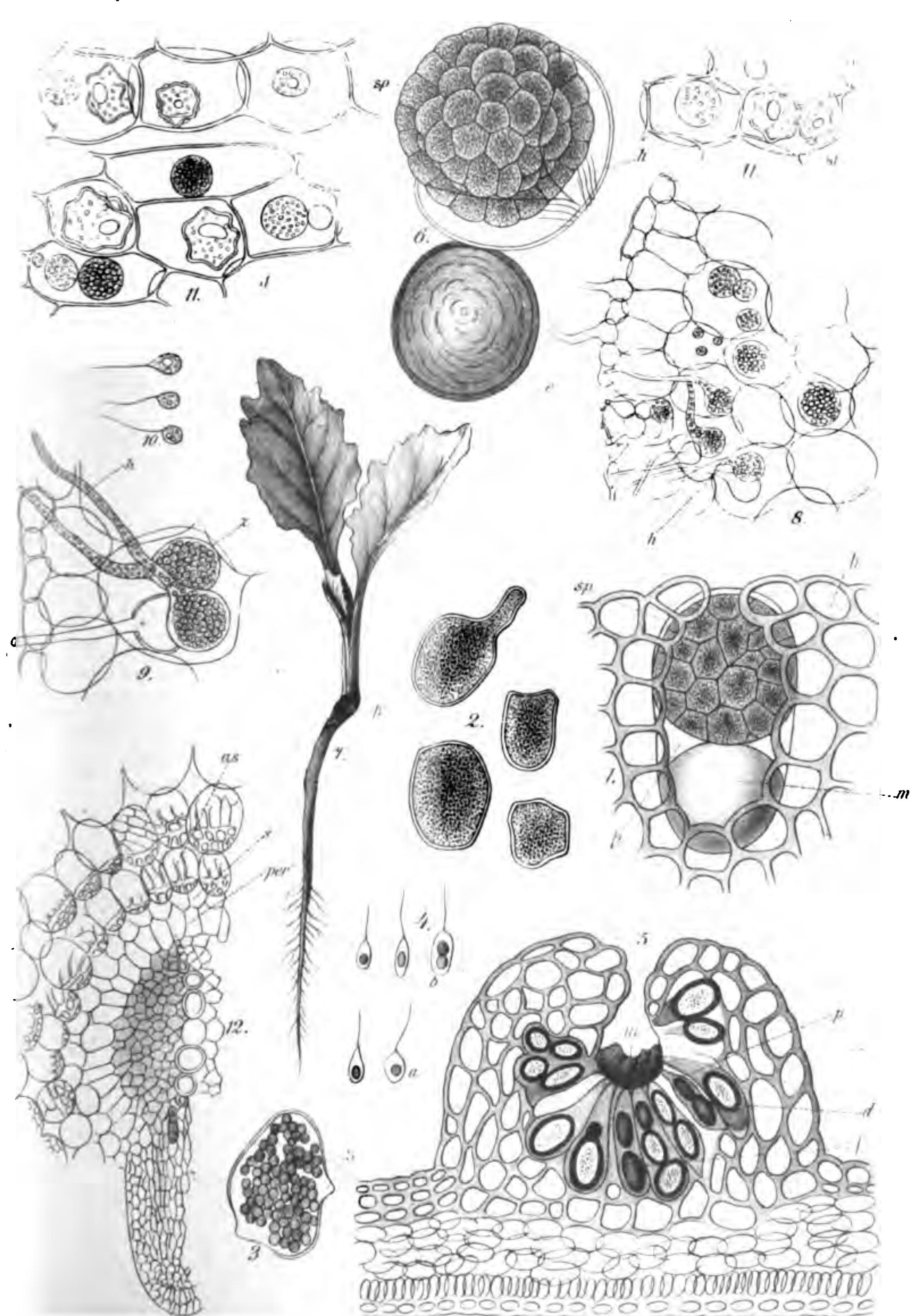
Sich selbst überlassen, wandern die Schwärmsporen namentlich in diejenigen Zellen, welche die ursprüngliche Nährzelle des Parasiten überwachsen (Fig. 5) und die Pustel- oder Perlenbildung hervorrufen. Aus dieser neu eingewanderten Generation wird aber nun nicht gleich wieder eine zur Sporangienbildung fähige Masse, sondern die jungen, gelbrothen, kugeligen, meist zu mehreren in einer Zelle (bis 120 in einer Pustel) liegenden Parasiten umkleiden sich allmählich mit einer braunen, brüchigen Haut, unter welcher sich eine zweite, zähe, farblose Membran zeigt (Fig. 9 d). Diese braunen Sporen sind nicht fähig, sich sofort weiter zu entwickeln; sie bedürfen einer gewissen Ruhezeit, während welcher der Inhalt eine Reihe Veränderungen erleidet (Dauersporen). Die Größe derselben schwankt, je nachdem sie zu mehreren (Fig. 9 f) oder einzeln in einer entfernteren Zelle der Nährpflanze liegen, zwischen 0,05—0,08 mm und mehr; sie erscheinen in eine braune, unregelmäßig gestaltete Masse eingekittet. Diese Masse ist der plasmatische Inhalt der Zelle, welche der Parasit getödtet hat.

Was wird nun aus diesen braunen, den Winter überdauernden Individuen? Darauf antworten die Untersuchungen von Woronin[1]), die allerdings an einem andern Synchytrium, das auf dem Bingelkraute wächst, an S. Mercurialis angestellt worden sind. Im nächsten Frühjahre, wenn Blätter und Stengel verwest und die Dauerzellen des Schmarotzers frei geworden, tritt der Inhalt derselben (Fig. 6 sp) durch ein kleines rundes Loch in der braunen Hülle heraus. Dieser Inhalt ist umgeben von der sackartigen, ungefärbten, durch Jod und Schwefelsäure violett werdenden Verlängerung der farblos bleibenden inneren Auskleidung der Dauerzelle (Fig. 6 h); von Letzterer bleibt schließlich nur noch die entleerte, braune Hülle (Fig. 6 e) an der Basis der weißen, undurchsichtigen Blase, die jetzt den Inhalt birgt. Die Umhüllung der Blase öffnet sich durch einen Riß. Der protoplasmatische Inhalt, welcher sich schon innerhalb der Blase in eine große Anzahl locker zusammenhängender, polyedrischer Zellen (Fig. 6 sp) getheilt hat, fällt heraus und die einzelnen Zellchen vertheilen sich in irgend einem Tropfen Wasser, den Thau oder Regen zurückgelassen. Aus dem an Plasma und Fett reichen Inhalt dieser Zellchen entstehen Schwärmsporen, welche nun im neuen Jahre den Entwicklungscyclus des vorhergehenden wiederholen.

Noch einfacher als Synchytrium ist die verwandte Gattung Chytridium gebaut, bei der sich direkt wieder Schwärmsporen aus der ursprünglich in die Nährpflanze eingewanderten Parasitenmutterzelle bilden, ohne daß diese vorher erst ihren Inhalt in Sporangien zerfallen läßt. Eine Art dieser Gattung verursacht

---

[1]) Woronin: Neuer Beitrag zur Kenntniß der Chytridieen. Bot. Zeit. 1868. Nr. 6 und 7.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.

## Das Umfallen junger Kohlpflanzen (Chytridium Brassicae Wor.).

(Tafel VI, Fig. 7—12.)

Alljährlich lassen sich, namentlich in trüben Frühjahrszeiten, in den Frühbeeten, welche zur Anzucht von Kohlsämlingen zum späteren Auspflanzen ins freie Land bestimmt sind, einzelne Stellen entdecken, an denen die Kohlsämlinge umfallen und in Fäulniß übergehen. Besonders bei dichtem Stande und ganz jugendlichem Alter, in welchem die Pflänzchen erst die Cotyledonen oder höchstens 2—3 Blätter entwickelt haben, ist die Gefahr des Umfallens am größten.

Die Ursache ist in der Ausbreitung verschiedener, nicht immer gemeinsam vorkommender Pilze zu suchen, welche, soweit mir bis jetzt bekannt, nur bei starker Feuchtigkeit sich gefahrbringend vermehren. Einer dieser Pilze ist Chytridium Brassicae Wor.[1]) Das äußere Gewebe des unterhalb der Cotyledonen liegenden Stengelgliedes, besonders da, wo der Stengel in den Wurzelkörper übergeht, in der Nähe der Bodenfläche wird krankhaft verfärbt (Fig. 7k); an diesen Stellen knickt das Pflänzchen um, welkt und geht meist in Fäulniß über. In derartig erkranktem Gewebe finden sich die aus einfachen Kugeln bestehenden Pilzindividuen in großer Menge; sie fallen dadurch leicht in die Augen, daß sie einen langen Hals (Fig. 8 u. 9h) besitzen, der meist sich durch die überliegenden Gewebezellen der Nährpflanze einen Weg bis an die Oberfläche des Pflanzentheils bahnt. Durch den Halstheil tritt, nachdem der Pilz erwachsen, der Inhalt in Form von Zoosporen aus. Der ganze Pilzkörper ist demnach zum Zoosporangium geworden. Die tief im Rindengewebe liegenden Zoosporangien sind manchmal nicht im Stande, ihren Hals bis über die Epidermis hinaus zu treiben und entleeren dann ihre Zoosporen in andere Zellen. Diese Fortpflanzungsorgane bestehen aus einem nackten, plasmatischen Körper von fast kugeliger Gestalt und sind, wie alle Chytridien-Schwärmer mit einer einzigen Wimper (Fig. 10) versehen.

Außer der für die augenblickliche Fortpflanzung bestimmten Zoosporenvermehrung existirt auch noch ein anderer Reproduktionsvorgang, der in der Ausbildung von Dauer- oder Ruhesporen besteht. Solche wurden von Woronin in den Oberhautzellen der Wurzeln gefunden; sie sind blaßgelbe oder farblose, mehr oder weniger sternförmig gestaltete Zellen (Fig 11st) mit verhältnißmäßig dicker Wandung und farblosem, feinkörnigem, oft mit kleinen Oeltröpfchen versehenem, plasmatischem Inhalt. Ihre Entstehung und Fortentwicklung ist noch unbekannt; wahrscheinlich werden sie durch Copulation zweier Plasmakörper gebildet, wie die Zygosporen einer andern Pilzfamilie. Ein solcher Vorgang ist wenig-

[1]) Pringsheim's Jahrbücher. Bd. XI. 1878, S. 551.

stens von Cornu und Nowakowsky bei andern Chytridiaceen nachgewiesen worden. [1])

So lange noch keine Impfversuche nachgewiesen, daß die gesunde Pflanze lediglich durch Einwanderung des Parasiten krank gemacht werden kann, hat man allerdings das Recht, zu bezweifeln, daß dieses Chytridium die Ursache des Umfallens der Kohlsämlinge ist. Da jedoch von den nahe verwandten Spezies wie Ch. endogenum (Olpidium) Al. Br., Ch. apiculatum Al. Br., Ch. Saprolegniae Al. Br. (Olpidiopsis Saprolegniae Cornu) und Olpidiopsis incrassata Cornu [2]) der Parasitismus nachgewiesen, so dürfte auch im vorliegenden Falle der Zweifel fallen gelassen werden. Etwas Anderes ist es aber mit der Frage, ob unter allen Umständen das Chytridium Brassicae in die Kohlpflänzchen einwandern wird. Ich möchte glauben, daß es nur dann geschieht, wenn viele Feuchtigkeit sich zwischen den Sämlingen anhäufen kann. Auch bei erwachsenen Pflanzen findet man in nassen Sommern die äußeren Blätter des geschlossenen Kopfes in Fäulniß übergehen und in dem erkrankten Gewebe Chytridien-Zoosporangien; ebenso leiden die Salatköpfe (manchmal beetweise) an Fäulniß und in dem erweichten Gewebe entwickeln sich reichlich farblose Chytridien. In diesen letzteren Fällen glaube ich aber, daß eine Bacteriosis die erste Veranlassung zur Fäulniß der Blätter gewesen und die Chytrydien erst nachträglich eingewandert sind.

Es mag schließlich hier noch einer Eigenthümlichkeit der normalen Kohlwurzel gedacht werden, welche möglicherweise Veranlassung geben kann, parasitische Einflüsse zu vermuthen, wo keine vorhanden sind. Woronin beschreibt nämlich eine eigenthümlich verdickte Zelllage, welche die Endodermis oder Schutzscheide umgiebt und an die secundäre oder Außenschutzscheide der Coniferenwurzeln erinnert. Wie Fig. 12 zeigt, ist die Zelllage per das den Seitenwurzeln zum Ursprungsorte dienende Pericambium; auf dasselbe folgt die Endodermis (s) und von der sich nun nach außen anschließenden Parenchymlage (a s), die aus einer oder zwei Zellreihen besteht, hat jede Zelle an ihren radialen und Querwänden eine zusammenhängende Membranverdickung, welche in Form einer wulstartigen Ringleiste in das Innere der Zelle hineinragt. Wenn man die verdickten Zellen in der Längsansicht (bei einem tangentialen Längsschnitt) betrachtet, erscheint der Ringwulst wie ein an die Hinterwand eingesetzter Rahmen. Durch diese Verdickung erhalten die Zellen eine große Festigkeit und bilden eine starke, den Centralcylinder der Wurzel einschließende Gitterschicht, die nicht mit irgend welcher Reizung durch einen Parasiten zusammenhängt.

---

[1]) Nowakowsky: Beitrag zur Kenntniß der Chytridiaceen in „Beiträge zur Biologie d. Pfl.“ v. Cohn. Bd. II, Heft 1, S. 73, Heft 2, S. 201.

[2]) Woronin citirt: Cornu: Monographie des Saprolégniées. Annal. d. sc. nat. V. ser. 1872, S. 120, 137 ꝛc.

**Figurenerklärung.**

Fig. 1. In der ausgeweiteten, erkrankten Parenchymzelle p, die von andern h seitlich überwuchert worden, liegt der Parasit, Synchytrium Succisae, dessen ölhaltiger, orangegelber Inhalt sp aus der ihn ursprünglich umschließenden, derberen Membran m bereits herausgetreten ist und sich in eine große Anzahl polyedrischer Parthien zerklüftet hat.

Fig. 2 zeigt derartige Parthien isolirt und mit derbgewordener Membran bekleidet.

Fig. 3 stellt eine solche Parthie auf der Höhe ihrer Entwicklung dar. Der Inhalt ist in eine Anzahl Sporen zerfallen, welche durch die verdünnte Stelle s austreten und

Fig. 4 sich als etwa kugelige a oder cylindrische b Schwärmsporen erweisen.

Fig. 5 ist eine ältere Gewebeperle, in deren Mitte m die Reste der im Frühjahr erkrankten, einzigen Epidermiszelle sichtbar sind, in deren Wucherrändern nun neue Zoosporen eingewandert sind und sich zu derbwandigen Dauersporen d ausgebildet haben. Die Dauersporen liegen in dem braunen, abgestorbenen Plasma f der Blattgewebezellen eingebettet.

Fig. 6 eine Dauerspore von Synchytrium Mercurialis in Frühjahrsentwicklung. Aus der derben Winterhaut e ist der gesammte plasmatische Inhalt in der sackartig erweiterten, farblosen Innenhaut (Endosporium) ausgetreten. Der Inhalt hat sich bereits in eine große Anzahl Tochterzellen sp zerklüftet, welche alsbald sich als Zoosporangien erweisen und Schwärmsporen zur Frühjahrsinfection entlassen.

Fig. 7. Kohlpflänzchen mit fauliger Stelle k („schwarzen Füßen").

Fig. 8 u. 9 langhalsige Exemplare von Chytridium Brassicae, die durch das Rindenparenchym sich einen Weg nach außen suchen.

Fig. 10. Zoosporen, welche durch die Hälse ausgeschlüpft sind.

Fig. 11. st Dauersporen des Parasiten.

Fig. 12. Querschnitt durch ein Stück einer normalen Kohlwurzel. per ist das Pericambium, aus dem die Seitenwurzeln hervorgehen; s Endodermis oder Schutzscheide; as die mit ringartigen Wulstleisten versehenen normalen Zellen, welche zur Verwechslung mit parasitär inficirtem Gewebe Veranlassung geben können.

Bei der Gattung Chytridium finden wir auch Formen, deren Zoosporangien mit kurzem, fädigem Anhange versehen sind, bei denen also die erste Andeutung eines fädigen Mycels bereits vorhanden ist. Als Beispiel kann das auf Oedogonium wachsende Chytr. Olla genannt werden, bei dem der untere Theil der Parasitenzelle zu einem in die Nährpflanze sich einbohrenden Saugfortsatze ausgezogen ist. Bei der nächstverwandten Gattung Rhizidium, deren Arten meist in Algen leben (Rh. mycophilum in Chaetophora-Gallerte)

zeigt der Organismus eine neue Einrichtung für die Arbeitstheilung, indem er aus einer vielfach verzweigten Wurzelzelle und einer Fructificationszelle zusammengesetzt ist. Andrerseits finden wir in der Gattung Reesia auch ein Beispiel für eine Chytridiacee, deren vegetativer Körper sich noch amöbenartig bewegt. Reesia amoeboides[1]) erfüllt die Zellen von Lemna als eine körnige, hyaline, bewegliche Masse, aus der sich später Zoosporangien entwickeln; die ausschlüpfenden, copulirenden Zoosporen erzeugen schließlich Dauersporen, aus denen bei der Keimung wieder Schwärmzellen hervorgehen.

Da die Gattung Chytridium und deren Verwandte meist nur algenbewohnende Arten enthalten, so ist ein näheres Eingehen auf dieselben nicht nöthig; dagegen empfiehlt es sich, die Nährpflanzen der Schmarotzer aus der Gattung Synchytrium theilweis anzuführen.

Außer Synchytr. Succisae verhalten sich auch die anderen bis jetzt bekannten Arten, von denen noch zu erwähnen wäre Synchytr. Taraxaci de By und Wor. auf unserm Löwenzahn (Taraxacum offic. Web.); ferner Synch. Stellariae Fkl. auf den Blättern des gemeinen Sternkrautes (Stellaria media Vill.). Diese 3 goldgelben Arten bilden bei Schröter[2]) die Abtheilung Eusynchytrium, welche dadurch ausgezeichnet ist, daß auf der lebenden Pflanze aus der eingegrabenen Schwärmspore allmählich ein kugeliger Haufen von Sporangien hervorgeht und erst am Schluß der Vegetationsperiode Dauersporen entstehen. Alle übrigen Arten bilden aber gleich Dauersporen aus den Schwärmsporen der Sporangien, die in großen Massen die Dauerspore nach der Winterruhe entleert. Nach der Farbe ihres Protoplasma's zerfallen sie in die Abtheilungen Chrysochytrium und Leucochytrium. Zu ersterer Abtheilung, die ebenfalls noch durch hell- oder goldgelbes Protoplasma ausgezeichnet ist, gehören Synch. laetum Schroet., das auf dem gelben Milchstern (Gagea lutea Schult.) schmarotzt; ferner S. Myosotydis Kühn. auf dem steifen Vergißmeinnicht (Myosotis stricta Lk.) und der Bauernschminke (Lithospermum arvense L.); eine Varietät des Pilzes S. M. var. Potentillae ist auf dem Silberfingerkraut (Potentilla argentea L.) beobachtet worden. Endlich ist hier noch zu nennen Synchr. aureum Schroet. auf dem Pfennigkraut (Lysimachia Nummularia L.), dem Wiesenschaumkraut (Cardamine pratensis L.) und der gemeinen Prunella (Prunella vulgaris L.). Nach neueren Beobachtungen von Dr. Schneider in Breslau findet sich S. aureum auf mehr denn 60 verschiedenen Nährpflanzen, unter denen Fraxinus. Rubus und andere Gehölze in jungen Exemplaren hervorzuheben sind.[3]) Zur letzten Abtheilung Leucochytrium mit weißem Protoplasma gehören 1. Synchytrium Mercurialis Fuck, auf dem ausdauernden Bingelkraut (Mercurialis perennis L.); 2. S. Anemones (DC) Wor. auf Windröschen (Anemone nemorosa L.) und An. ranunculoides L.); 3. S. globosum Schroet. auf Veilchen (Viola persicifolia Schnk. und V. canina L.); 4. S. anomalum Schroet. auf Adoxa Moschatellina L. 5. Synch. punctatum Schroet. auf dem Wiesen-Milchstern (Gagea pratensis Schult.). S. rubrocinctum lebt in der Epidermis von Saxifraga granulata.

---

[1]) Fisch: Beiträge zur Kenntniß der Chytridiaceen. Erlangen 1884, cit. Bot. Centralbl. Nr. 21.

[2]) A. a. O. S. 39.

[3]) Synchytrium aureum Schroet. forma Ranunculi ist ein höherer Pilz, Phlyctidium (Pseudopeziza) Ranunculi Walli (s. Correct. in Centurie XVII von Rabenhorst's Fungi europaei).

Von der Gattung Cladochytrium erwähnt Nowakowski[1]) eine Art Cl. tenue N., welche im Gewebe von Acorus Calamus, Iris Pseudacorus und Glyceria spectabilis vorkommt. Die ganze Gattung erinnert an das zu den Brandpilzen gezählte Geschlecht Protomyces, da hier auch die Zoosporangien zum Theil intercalar als Anschwellungen eines in der Nährpflanze wuchernden, einzelligen Mycels entstehen.

## Parasitische Algen.

Im Anschluß an die Chytridiaceen gedenken wir mit einigen Worten auch der parasitischen Algen, also chlorophyllführender Schmarotzer. Cohn[2]) erwähnt parasitische Cladophora-Arten im rothen Thallus der Florideen; Reinke fand Nostocaceen im Gewebe des Rhizoms mehrerer Gunnera-Arten; eine mit dem Nostoc Gunnerae vollkommen übereinstimmende Alge beschreibt Treub[3]) in der auf den Bergen des indischen Archipels wachsenden Gunnera macrophylla Bl. Dem bloßen Auge durch die veränderte Färbung der kurzen, korallenartig verzweigten Wurzeläste schon kenntlich wird die massenhafte Einwanderung blaugrüner Nostoc-Colonien in das Rindengewebe der Cycadeenwurzeln,[4]) bei denen eine Parenchymlage (namentlich schön bei einzelnen Encephalartos-Arten) zu langen, locker gestellten, farblosen Schlauchzellen auswächst, zwischen denen die Algen eingelagert sind.

Janczewski erklärte die von Milde im Laube von Lebermoosen aufgefundenen Zellenschnüre für ebensolche Nostoc-Colonien. Cohn entdeckte eine in ihrer Entwicklung an Synchytrium erinnernde, Chlorophyll führende Alge (Chlorochytrium Lemnae C.) im Gewebe von Lemna trisulca und in diesem Schmarotzer wieder andere Algen aus der Familie der Nostoceen.

Neuere Untersuchungen von Klebs[5]) haben die Lebensgeschichte dieses und verwandter Parasiten klargestellt. Wir entnehmen diesen Arbeiten, daß ein anderes Chlorochytrium, Cl. Knyanum Kirch. in Lemna minor und gibba, aber nicht in L. trisulca, ferner in Ceratophyllum demersum und Elodea canadensis vorkommt. In den Blättern von Potamogeton lucens entwickelt sich Endosphaera biennis Kl. Die Blätter von Lysimachia Nummularia, Ajuga reptans, Chlora serotina und Erythraea Centaurium werden von den großen, dunkelgrünen, meist ellipsoidischen Zellen des Phyllobium dimorphum bewohnt. Kleine, knotige Erhebungen auf den Blättern von Lysimachia lassen den im Gewebe der Gefäßbündel entlang wachsenden Organismus schon dem unbewaffneten Auge kenntlich werden. In den Laub-

---

1) Nowakowski: Beitrag zur Kenntniß der Chytridiaceen. Aus „Beiträge zur Biologie der Pflanzen" Bd. 2, cit. Bot. Jahresbericht 1876, S. 131.

2) Schles. Ges. f. vat. Cultur, Bot. Sect. Sitz. v. 12. Mai 1872.

3) Bot. Centralbl. Bd. XII, Nr. 9, 1882.

4) Reinke, Bot. Zeit. 1879, S. 473.

5) G. Klebs: Beiträge zur Kenntniß niederer Algenformen. Bot. Zeit. 1881, Nr. 16—20.

blättern von Arisarum vulgare entdeckte J. Kühn[1]) an der Riviera eine die Nährpflanze in langen, grünen Schläuchen durchziehende Alge, Phyllosiphon Arisari, die an den in den weiten Intercellularräumen frei hinwachsenden Schlauchzellen kleine, flache, seitliche Höcker und Aussackungen zwecks Erreichung benachbarter Nährzellen bildet. Man kann diese Ausstülpungen für Haustorien ansehen.[2])

Es ist von einigen Forschern die Frage aufgeworfen worden, ob die parasitischen Algen wirklich den Namen verdienen und ächten Parasitismus zeigen. Für einzelne Gattungen, wie z. B. für Chlorochytrium, das auch in todte Gewebe eindringt und in einzelnen Individuen sich sogar frei noch auf dem Objektträger kultiviren läßt, hat die Frage ihre Berechtigung. Indeß muß sie auch hier bejaht werden, da sich aus dem Vorkommen der Algen an bestimmten Nährpflanzen und aus der Veränderung[3]), die sie bei Kultur außerhalb der Nährpflanze erleiden, deutlich ihr Bedürfniß, im Schutz der Nährpflanze zu wachsen, ergiebt. Selbst wenn diese und ähnliche Organismen keine Nährstoffe entziehen, üben sie bei stärkerer Vermehrung einen Druck auf die Gewebe der Nährpflanze, der für das Zellleben von Einfluß sein muß. Bei Phyllobium dimorphum dürfte aber die bleiche Farbe der Nährpflanze an den befallenen Stellen schon zeigen, daß der Einfluß des Einliegers auch ein chemischer ist. Noch deutlicher ergiebt sich die Einwirkung des Schmarotzers bei den oben erwähnten Cycadeenwurzeln, bei denen eine bestimmte Rindenzellenlage schlauchartig auswächst.

Das bezeichnendste Beispiel aber liefert Mycoidea parasitica Cunn., eine ostindische Alge aus der Familie der Coleochaeteen. Das Pflänzchen bewohnt die Blätter von Mangobäumen, sowie Croton, Rhododendron, Thea und Camellia und oft auch Farne in großer Menge.[4]) Bei Camellia japonica zeigen die von der Alge bewohnten Blätter zahlreiche, hellgrüne bis orangegelbe Flecke und Löcher mit orangegelbem Rande. An Letzteren hat der Parasit das Gewebe der Nährpflanze gänzlich zerstört. Er siedelt sich während der Regenzeit zwischen Epidermis und Cuticula an und bildet rundliche, aus grünen, dicht aneinanderliegenden, dichotom verzweigten, gegliederten Zellfäden bestehende Scheiben. Von diesen Scheiben erheben sich senkrechte, orangefarbene Fäden,

---

[1]) Kühn: Ueber eine neue parasitische Alge „Phyllosiphon Arisari". Sitzungsberichte d. naturf. Ges. 1878. Halle 1879.

Just: Phyllosiphon Arisari. Bot. Zeit. 1882, Nr. 1—4.

[2]) Schmitz: Phyllosiphon Arisari. Bot. Zeit. 1882, Nr. 32, S. 527.

[3]) Die frei kultivirten Zellen umgeben sich nämlich mit einer Gallerthülle, welche den Schutz ersetzt, den sonst die Nährpflanze liefert. Klebs a. a. O. S. 316.

[4]) Cunningham: Ueber Mycoidea parasitica, ein neues Genus parasitischer Algen ꝛc. Aus „Transact. Lin. Soc.", Ser. II. Bot. Vol. I. cit. Bot. Jahresbericht 1879. I. S. 470.

welche die Cuticula in die Höhe heben und theilweis durchbrechen. An der Spitze der Fäden bilden sich an dem köpfchenförmig angeschwollenen Ende eiförmige Zellen auf gekrümmten Stielchen. Die Zellen sind Zoosporangien, die nebst der geschlechtlichen Befruchtung die Vermehrung des Parasiten übernehmen. Während dieser Entwicklung sterben zunächst die Epidermiszellen ab; dann wird das darunterliegende Blattgewebe desorganisirt, obwohl die Alge in der Regel keine Zweige in das untere Mesophyll sendet. Das todte Blattgewebe fällt schließlich sammt dem darübergelegenen, centralen Theile des Parasiten, dessen peripherische Zonen in dem gesunden Gewebe sich weiter ausbreiten, aus dem Blattkörper heraus.

Durch solche Beispiele dürfte der Parasitismus chlorophyllführender Algen außer Zweifel gestellt sein.

## b) Saprolegniaceae (Wasserschimmel).

Hierher gehören die Gattungen Saprolegnia (= Diplanes Leitg. t. dBy), Dictyuchus, Achlya und Aphanomyces.

Die beiden am längsten bekannten Gattungen sind Saprolegnia N. a. E. und Achlya N. a. E., die sich von einander durch den Entwicklungsmodus der Schwärmsporen unterscheiden. Diese treten bei der ersteren Gattung ohne vorherige Häutung isolirt und beweglich aus dem Zoosporangium, während sie bei Achlya zusammenhängend austreten und vor dem Entweichen sich häuten.

Die meisten Arten der Gattung Saprolegnia sind saprophytische Pilze; wir haben nur einige wenige Arten, welche auf Algen parasitisch leben. So beschreibt Walz[1]) eine Art, Saprolegnia de Baryi W. in Zellen von Spirogyra. Die auffallend dünnen Fäden verzweigen sich innerhalb der Algenzelle und treten in das umgebende Wasser heraus. Außer den sofort keimfähigen, ovalen Conidien erzeugt der Parasit kugelige Zoosporangien mit einem kurzen Halse; die Zoosporen haben eine Wimper. Auf derselben Pflanze entwickeln sich die kugeligen, später einsporigen Oogonien, in welche die oblongen oder birnförmigen Antheridien einen Befruchtungsfortsatz treiben. Das Chlorophyll der ergriffenen Zellen bräunt sich; die Cellulosewandung quillt auf und endlich wird auch die Cuticula zersetzt.

Eine andere Art beschreibt Frank[2]) unter dem Namen S. Schachtii Fr. in Pellia epiphylla. Im dicksten Theile des Laubkörpers dieses Lebermooses entwickeln sich die scheidewandlosen, oft ganze Büschel dicker, kurzer, knauelartiger Verzweigungen bildenden Fäden sehr reichlich und gehen oft in die Wurzelhaare hinein. Die spärlich beobachteten Oogonien (Zoosporangien sind nicht

---

[1]) Jacob Walz: Beiträge zur Kenntniß der Saprolegnieen. Mitgeth. in der Naturf. Ges. zu Kiew. Bot. Zeit. 1870, Nr. 34.

[2]) Frank: Die Krankheiten der Pflanzen S. 384.

gesehen worden) sind kugelig, liegen innerhalb der Zellen und haben im reifen Zustande eine durchlöcherte Membran. Antheridien und Befruchtung sind nicht wahrgenommen worden. Der Einfluß des Parasiten beschränkt sich auf die Zersetzung der Stärke; er dringt durch die Wurzelhaare ein. Auch die Gattung Aphanomyces dBy hat für unsere Kulturpflanzen keine Bedeutung. Nur eine Art ist als Pflanzenparasit zu nennen; es ist dies A. phycophilus dBy. Der Gattungscharakter ist folgender[1]: Die Schwärmsporen werden in langen, cylindrischen, den vegetativen gleich gestalteten Schläuchen gebildet und bleiben nach der Entleerung zu Köpfchen vereinigt; vor dem Schwärmen häuten sie sich. Die Oosporen liegen fast immer einzeln in den Oogonien. Die Antheridien entstehen als Endzellen der dem Oogon angeschmiegten wurmförmigen Zweige.

Die vorgenannte Art kriecht im Innern der Zellen von Spirogyra- und Zygnema-Arten; sie treibt aus der Nährzelle kurze Seitenzweige heraus, welche anschwellen und zu den durch kurze, spitze Aussackungen morgensternförmig aussehenden Oogonien mit kugeligen Oosporen sich ausbilden. In seiner Einwirkung auf die Nährzelle ähnelt der Pilz der von Walz beschriebenen Saprolegnia de Baryi; auch hier sehen wir bei dem Absterben häufig einen violetten Farbstoff auftreten, der die gallertartig aufquellenden Zellmembranen tingirt. Der Zellinhalt fällt zusammen, wird mißfarbig, oft dunkelviolett und braun gefärbt; der von Parasiten bewohnte Faden ist meist gänzlich abgestorben. Uebrigens ist bemerkenswerth, daß der Pilz vorzugsweise kranke, schwach vegetirende Spirogyrafäden aufzusuchen scheint.

Andere der vorigen ähnliche Gattungen sind Achlyogeton Schenk und Saccopodium Sorok., deren einzelne Arten ebenfalls Algen (Cladophora- und Spirogyra-Arten) bewohnen.

In den Schläuchen der Saprolegnia-Arten ist übrigens wieder ein Chytridiaceen-Geschlecht, Olpidiopsis als Parasit bekannt, der schon 48 Stunden nach seinem Eindringen in den Faden die als Stachelkugeln beschriebenen Sporangien bildet. Die verwandte Gattung Achlya wird nicht angegriffen.[2]

## c) Peronosporeae (Mehlthauschimmel, falscher Mehlthau).

(Hierzu Tafel VII.)

Die hierher gehörigen Gattungen bieten unter einander schon eine größere Mannigfaltigkeit der Formen, als dies in den vorhergehenden Familien der Fall war. Neben solchen Gestalten (Pythium) (Fig. 1), welche sich im Habitus

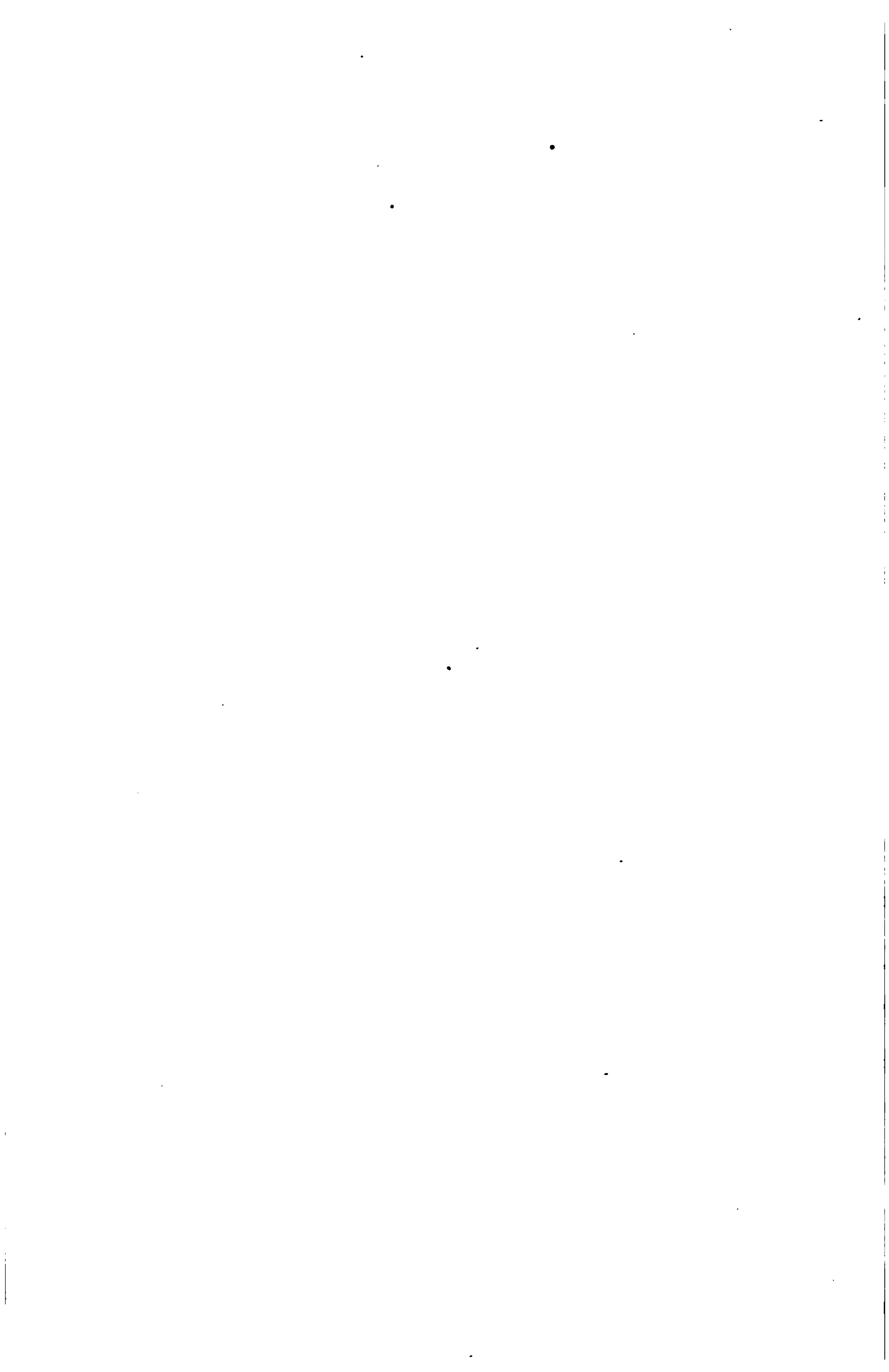
---

[1]) A. de Bary: Einige neue Saprolegnieen. Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. II. 1860, S. 178.

[2]) Fischer: Ueber die Stachelkugeln in Saprolegniaschläuchen. Bot. Zeit. 1880, Nr. 41, S. 689.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



und in der Lebensweise fast ganz an die Saprolegniaceen anschließen, sehen wir baumartige Luftformen auftreten, deren Verzweigungen mehrere Knospen hintereinander (Phytophthora) (Fig. 5) an spindelig angeschwollenen Gliedern produziren oder nur eine Knospe an den nicht mit Anschwellungen versehenen Zweigspitzen tragen (Peronospora) (Fig. 3). Außerdem erscheint in der Gattung Cystopus (Fig. 6) eine Form mit reihenweis gestellten, dichtstehenden Knospen. Während die drei erstgenannten Gattungen meist leichte Schimmelanflüge von großer Vergänglichkeit darstellen, bildet Cystopus festere, beständigere, weiße Lager, die dem Pilze auch den hier und da gebräuchlichen Namen „weißer Rost“ eingetragen haben. Am bekanntesten ist der durch Cystopus candidus verursachte, weiße Ueberzug an den durch den Pilz verkrümmten Stengeln des Hirtentäschelkrautes (Capsella Bursa pastoris); ferner findet man diese Gattung als Ursache einer Krankheit des Leindotters (Camelina sativa Crntz.) sowie auf den Wurzelblättern der weißen Rübe (Brassica Rapa var. esculenta K.) und einer großen Anzahl wilder Pflanzen.

Wir hatten früher den deutschen Namen „Mehlthauschimmel“ zur Bezeichnung dieser Pilzfamilie gewählt, um analog den Bezeichnungen „Rost“, „Rußthau“, „Mehlthau“ durch den Namen eine ungefähre Andeutung zu geben, in welcher Form dem bloßen Auge die Mehrzahl dieser Parasiten erscheint. Wenn nämlich das im Innern des Pflanzentheils reich verzweigte, scheidewandlose Mycel, das zwischen den einzelnen Zellen hinkriecht und nur seitliche Saugwarzen in die Zellen sendet, sich anschickt, die ungeschlechtlichen Vermehrungsorgane zu bilden, so brechen die knospentragenden Zweige durch die Oberhaut des Pflanzentheils hindurch und bilden Rasen von lockerer Beschaffenheit und dem Formentypus, den der Volksmund stets als Schimmel zu bezeichnen pflegt. Wegen der weißlichen oder intensiv weißen Färbung der Rasen sind die hierher gehörigen Krankheiten auch theilweis als Mehlthau bezeichnet worden. Wir reserviren jedoch diesen Namen für jene, die Nährpflanzen nur selten verkümmernde, mit ihrem Mycel blos die Oberfläche der Pflanzentheile überspinnende Pilzgattung Erysiphe, welche bei Wein-, Rosen- und Pfirsichblättern, sowie vielen anderen Pflanzen staubige, weiße Ueberzüge bildet. Eine größere Berechtigung hat der neuerdings in Aufnahme kommende Name „falscher Mehlthau“.

Die Knospen, welche die Peronosporeen erzeugen (Fig. 3 u. 5 sp) sind häufig nicht einfache Fortpflanzungszellen, sondern Kapseln (Zoosporangien) mit thierähnlich sich kurze Zeit hindurch bewegenden Knöspchen (Zoosporen oder Schwärmsporen). Die frei gewordenen, in einem Thau- oder Regentropfen schon hinreichenden Raum findenden Zoosporen (Fig. 1 u. 8 zg) keimen, zur Ruhe gelangt, mit einem Keimschlauche. Einige Arten von Cystopus haben an der Spitze einer solchen Sporangienreihe eine etwas derbwandigere, inhaltsärmere Zelle, welche keine Zoosporen entwickelt, sondern

keimungsunfähig ist oder (nach Tulasne)[1]) mit einem gewöhnlichen Keimschlauche keimt. Von den Zoosporen des Pilzes, welcher die später zu beschreibende Kraut- oder Zellenfäule der Kartoffeln hervorruft, ist beobachtet worden, daß sie die Cuticula und die Wand der Epidermiszellen durchbohren und mit ihrem Keimschlauche in das Innere der Zellen eindringen (Fig. 9 z). Aehnliche Beobachtungen liegen von verwandten Schmarotzern vor; es wandert dabei das gesammte Protoplasma der Zoospore in den innerhalb der Nährzelle bereits befindlichen, anschwellenden Keimschlauch (Fig. 9 k), welcher nun die untere Wand der Epidermiszelle auch durchbricht, um in die Zwischenzellräume zu gelangen und dort zum vollkommenen Mycel sich auszubilden. Bei Cystopus candidus, dem Mehlthauschimmel der Speisekresse (Lepidium sativum) und des Hirtentäschelkrautes sind Zoosporen beobachtet worden, die sich in der Nähe einer Spaltöffnung festsetzten und ihren Keimschlauch durch dies Athmungsorgan in die Intercellularräume direkt hineintrieben. Die Entwicklung des Keimschlauches zu einem Mycel konnte aber nur beobachtet werden, wenn die Schwärmsporen auf die jungen, ergrünten Keimblätter des Samenpflänzchens gelangten.

Das Mycel wächst also in einzelnen Fällen bestimmt mit der Nährpflanze in die Höhe, um an den Stengeln, Blättern oder Blüthenorganen die sporentragenden Zweige in die Luft hinauszusenden. Aber nur diese Knospensporen tragenden Aeste suchen Luft und Licht; dagegen bleiben diejenigen Zweige, an denen sich die Befruchtung vollzieht, im Innern der Nährpflanze.

Die Abbildungen stellen in Fig. 10 u. 11 den Befruchtungsvorgang bei Peronospora Alsinearum Casp.[2]) und in Fig. 1 p o o den ähnlichen bei Pythium de Baryanum[3]) dar. Die Enden einzelner kurzer Zweige (Fig. 10 h) schwellen, nachdem das Mycel längere Zeit in der Pflanze vegetirt hat, keulig an; in dieser angeschwollenen Spitze sammelt sich reichlich das Protoplasma, grenzt sich durch eine Querwand vom Mycelfaden ab und sondert sich darin zu einer dichten, fettreichen Kugel, der „Befruchtungskugel" oder „Oosphäre" (Fig. 10 p), und einer durchsichtigeren, äußeren Schicht (Fig. 10 o). Der abgegrenzte Theil des Zellfadens stellt das weibliche Organ, das „Oogonium" dar (Fig. 10 o g). Zum männlichen Organe, der „Antheridie", bildet sich ein anderer kurzer Zweig von demselben oder einem benachbarten Mycelfaden aus; der Zweig wächst auf das Oogon zu und legt sich, nachdem er sich etwas verdickt und den verdickten Theil vom Mycelfaden ebenfalls durch eine Scheidewand abgegrenzt hat, endlich dicht (Fig. 10 a) an das weibliche Organ. Eine feine Spitze des Antheridiums (Fig. 10 s c h), der „Befruchtungs-

[1]) de Bary: Morphologie und Physiologie der Pilze rc. 1866, S. 176.
[2]) Nach de Bary: Morphologie und Physiologie der Pilze rc. 1866, S. 158.
[3]) Nach Hesse: Pythium de Baryanum. Halle 1874.

fortsatz" durchbohrt nun die Haut des Oogons und erreicht die innere Plasmakugel (Fig. 11 osp). Diese Oosphäre bildet sich dadurch, daß der Inhalt des Antheridiums in Wechselwirkung mit derselben tritt, zu einer braunen, doppelwandigen Kugel der „Oospore" aus. Die äußere Haut derselben, das Episporium, ist dick, braun, bald warzig, bald runzelig oder mit Leisten versehen; die innere Haut ist ungefärbt, mit deutlich erkennbarer Schichtung. Die reifende Oospore (Fig. 11 osp) liegt nun in durchsichtiger Flüssigkeit innerhalb des bei einigen Arten zarten, bei andern stark verdickten Oogoniums.

In diesem Zustande überdauern die reifen Oosporen den Winter. Ihre Keimung ist bisher auf zweierlei Weise beobachtet worden. Bei Cystopus candidus schwillt nach de Bary bei Wasserzutritt des Endospor mit seinem Inhalte auf und tritt durch einen Riß des zersprengten Epispors als breite Ausstülpung hervor. Das Protoplasma bildet sich hierbei zu Zoosporen aus, die in der mittlerweile zur großen Blase ausgeweiteten Ausstülpung ihre Bewegung beginnen, frei werden und sich nun ebenso verhalten, wie die in den ungeschlechtlich erzeugten Sporangien, welche das Mycel auf den kurzen, keuligen Knospenträgern entwickelt. Bei einer Peronospora (P. Valerianellae) dagegen wurde keine Zoosporenbildung beobachtet, sondern gesehen, daß ein Keimschlauch sich sofort aus der Oospore bildete.

Wir beginnen die spezielle Betrachtung mit den durch die Gattung Pythium [1]) verursachten Krankheitserscheinungen und besprechen zunächst:

**Das Umfallen engstehender Keimlinge** (Pythium de Baryanum Hesse).

Die von Hesse [2]) genauer studirte Krankheitserscheinung macht sich dadurch geltend, daß die wenige Tage alten Keimlingspflanzen einseitig weiche Stellen am hypocotylen Gliede bekommen, sich neigen, umfallen und zu Grunde gehen. Der die Fäulniß veranlassende, oben genannte Parasit wurde zunächst an Leindotter (Camelina sativa) beobachtet; er befällt aber außerdem noch eine größere Menge anderer Pflanzen aus den verschiedensten Familien.

Das Mycel des Pilzes ist einzellig, fädig, vielfach verästelt, farblos; es wächst durch die Epidermis einer erkrankten Pflanze und legt sich mit seinen stumpfen Endzweigen an die Außenwand einer Oberhautzelle der nächst erreichbaren, gesunden Pflanze und zwar gewöhnlich dem unter den Cotylen liegenden, zarten Stengelgliede an. Ein Fortsatz von einem derartig sich anlegenden Mycelzweige bohrt sich in die Zelle ein, durchbohrt auch deren Innen-

---

[1]) Uebergang von Synchytr. durch Physoderma zu Pythium. Schröter: Schles. Gesellsch. 1882, S. 198. Bot. Jahresber. 1882, S. 226.

[2]) Hesse: Pythium de Baryanum, ein endophytischer Schmarotzer in den Geweben der Keimlinge des Leindotters, der Rüben, des Spergels und einiger anderen landw. Kulturpflanzen. Halle 1874.

wand und wächst in und zwischen den Zellen des Rindenparenchyms weiter. Die Verbreitung des Mycels findet in allen Geweben und Organen mit alleiniger Ausnahme der Holzelemente des Keimlings statt; doch ist die ausgedehnteste Verbreitung immer im Parenchym des hypocotylen Gliedes. Im Innern dieses Gewebes, auch wohl ausnahmsweise im Diachym der Samenlappen werden ruhende Knospen (Conidien) und auch Fruchtkörper (Oosporen) gebildet, welche bei der Zersetzung des Gewebes der Nährpflanze auf die Bodenoberfläche gelangen, auf welcher sie unter günstigen Bedingungen auskeimen.

Das Absterben erfolgt in verhältnißmäßig kurzer Zeit; vorher zeigt sich die Einwirkung des Schmarotzers im Allgemeinen darin, daß die befallenen Gewebetheile der Nährpflanze bis auf Zellhautreste ausgesogen werden. Den Anfang macht ein Verblassen des hypocotylen Gliedes durch Auflösung der Chlorophyllkörner; das Ganze wird schmutzig weiß und schrumpft zusammen, bis endlich nur noch Reste der Membranen übrig bleiben. In den Fällen, in welchen die Epidermis nicht so stark vom Parasiten angegriffen wird, hebt sie sich von dem in Auflösung befindlichen, darunter liegenden Gewebe ab, schrumpft unter Bräunung ihrer Wandung und verfällt später der Verwitterung. Durch das Schwinden der parenchymatischen und häufig auch der cambialen Gewebe entstehen am hypocotylen Gliede Längsfurchen oder spiralig um die Keimlingsachse verlaufende Vertiefungen, welche das beste Symptom der Krankheit abgeben.

Die Bildung der Vermehrungsorgane des Schmarotzers geht in der Weise vor sich, daß sich zunächst an den wenigen stark in die Länge wachsenden Mycelzweigen eine wiederholte Bildung kurzer, buschartig nahe bei einander stehender Zweige einstellt. Die Mehrzahl der feinen Endverzweigungen ist gekrümmt. Sowohl an den Enden der kurzen Zweige als auch meist der Hauptäste zeigen sich kleine Anschwellungen (Fig. 1f), die, sich kugelig vergrößernd, durch eine horizontale Querwand nahe an ihrer Basis als besondere Zellen abgeschnürt werden; durch eine zweite Scheidewand im Faden entsteht ein Stiel für die abgeschnürte Kugel. Während oder kurz nach der Bildung der kugeligen Endzellen entstehen auch ellipsoidische Zwischenzellen (Gemmen) (Fig. 1 g) in den starken, vegetativen Verzweigungen, die sich bei dem Absterben der Myceltheile wie Knospen (Conidien) verhalten.

Ein Theil der erwähnten, kugeligen Endzellen treibt bald nach dem Entstehen eine stumpfkegelförmige, kurze Ausstülpung (Fig. 1a); damit dokumentiren sie ihre spätere Entwicklungsrichtung zu Knospenkapseln für thierähnliche Knospen (Zoosporen). Von denjenigen Anschwellungen, die keinen solchen Fortsatz treiben, wird ein Theil durch Herantreten eines unterhalb der kugeligen Endzelle hervorkommenden, befruchtenden Astes (Pollinodium) zum weiblichen Organ, dem Oogonium. Die übrigen kugeligen Endzellen gliedern sich schließlich von ihren Trägern los und sind dann als Conidien aufzufassen.

Die erstgenannten, durch einen kegelförmigen Fortsatz ausgezeichneten Endzellen entwickeln sich nun weiter, indem der kurze Fortsatz zu einer Blase ausgeweitet wird, deren Membran die Fortsetzung der Innenhaut der Ausstülpung ist (Fig. 1v). In die neugebildete Blase wandert das gesammte Protoplasma, das sich durch helle Streifen theilt und dann zerklüftet. Die in Portionen abgetheilte Protoplasmakugel (Fig. 1z) beginnt

darauf, sich zuckend zu bewegen. Die Portionen der Kugel trennen sich schließlich von einander los und werden zu Schwärmsporen, die nach einander, meist zu zweien, entweichen (Fig. 1 zg). Die sie zusammenhaltende Blase hat sich aufgelöst. Alle diese Veränderungen vom Uebertritt des Protoplasmas an dauern ungefähr eine halbe Stunde. Die in der Regel zu neun gebildeten Schwärmsporen besitzen keine deutliche Cellulosemembran; sie sind etwa eiförmig, an einer Seite in ein kaum merkliches Spitzchen ausgezogen, unter welchem ein heller, von körnigem Protoplasma fast ganz freigelassener, halbmondförmiger Fleck bemerkbar ist, von dessen äußerem Rande eine etwas gekrümmte, fadenförmige Wimper entspringt. Die Bewegung der farblosen Schwärmsporen ist eine um die Längsachse rotirende und dabei stetig vorrückende.

Nach ungefähr einer Viertelstunde kommen die Schwärmsporen zur Ruhe, nehmen Kugelgestalt an und entwickeln einen Keimschlauch. Die Schwärmsporenbildung ist schon bei einem 38 Stunden alten Mycel beobachtet worden; sie wurde im Juni häufiger als in den folgenden Monaten gefunden und unterblieb im Herbste gänzlich. Je mehr die Schwärmsporenbildung zurücktrat, um so reichlicher fand Conidien- und Oosporenbildung (eigentliche Fruchtbildung) statt.

Letzterer Prozeß vollzieht sich folgendermaßen: Aus dem mit Protoplasma erfüllten, basalen Theile des kurzen Trägers einer kugeligen Endzelle oder auch von einem benachbarten Mycelaste erhebt sich eine cylindrische Ausstülpung, welche etwas gekrümmt gegen die kugelige Zelle hinwächst (Fig. 1p) und, sobald sie die Membran derselben erreicht hat, sich dieser innig anschmiegt. Die sich nun nicht weiter verlängernde Ausstülpung verdickt etwas ihr an der glatten, undurchlöcherten und unverdickten Membran der kugeligen Zelle anliegendes, stumpfes Ende und gliedert dasselbe als selbständige männliche Zelle (Pollinodium) ab. Das Pollinodium verwächst an der Berührungsstelle mit dem Oogonium, dessen protoplasmatischer Inhalt zu einer einzigen, scharf umschriebenen Befruchtungskugel zusammengezogen wird.

Etwa eine halbe Stunde später treibt nun das Pollinodium von der Berührungsfläche aus eine zunächst kaum merkliche Ausstülpung, den Befruchtungsfortsatz, der die Oogoniumwand durchbohrt und bis an die durch eine dünne Zone wässeriger Flüssigkeit von der Membran getrennte Befruchtungskugel herantritt. Jetzt umkleidet sich die Befruchtungskugel mit einer Membran und wird zur Oospore. Das Pollinodium wird allmählich durchscheinend, obgleich ein Austritt des Inhalts nicht bemerkt worden ist. Die Membran des Oogoniums spaltet sich zunächst in ein Epi- und Endosporium; Ersteres zeigt sich bald darauf wieder in zwei scharf hervortretende Schichten gesondert. Mit zunehmender Reife gehen sowohl die Träger des Oogoniums sowie des Pollinodiums zu Grunde. Die Oosporen machen vor der Keimung einen Ruhezustand durch.

Mit der Beendigung der Oosporenbildung, die bei etwa dreitägigem Alter des Mycels erfolgt, geht das vegetative Gewebe des Pilzes zu Grunde. Damit werden auch die Conidien frei, deren Keimung bald erfolgen kann, in der Regel jedoch erst nach 2—3 Wochen beobachtet worden ist und bei feuchter Aufbewahrung auch noch nach mehreren Monaten stattfinden kann. Sie keimen ebenso wie die in der Mitte des Fadens gebildeten Gemmen (Zwischenzellen) mit einem oder zwei Keimschläuchen.

Bei diesem Reichthum an Vermehrungsorganen, die auch noch in einiger Entfernung von der Nährpflanze auf dem Mycel entstehen und die, wie die Schwärmsporen entweder sofort neue Mycelien erzeugen oder wie die Conidien und Oosporen nach einer Periode ungünstiger Vegetationsverhältnisse dem Schma-

rotzer zu neuer Entwicklung verhelfen, ist das plötzliche Auftreten und schnelle Ueberhandnehmen der Zerstörung in Saatbeeten nicht mehr überraschend.

Hesse hebt nun ferner auch hervor, daß Pythium seine Entwicklung begünstigt findet und seinen schädlichen Einfluß vermehrt, wenn es Wärme und Feuchtigkeit und neuen, aus jugendlichem Gewebe bestehenden Nährboden zugeführt erhält. Junge Sämlinge gehen gänzlich zu Grunde oder fristen eine höchst kümmerliche Existenz, wogegen Sämlingspflanzen, welche in einem vorgerückteren Lebensalter, z. B. wenn die Streckung des hypocotylen Gliedes schon beendet ist, erst befallen werden und in einer relativ kalten und trockenen Atmosphäre sich befinden, ihren ganzen Entwicklungscyclus bis zur Samenbildung durchlaufen können; es bleibt in solchen Fällen das Cambium meist unversehrt. An älteren Pflanzen sieht man selbst bei anhaltender Feuchtigkeit und hohen Wärmegraden nur einige Epidermiszellen des hypocotylen Gliedes oder der Wurzel vom Mycel angegriffen. Man nimmt kleine, ovale Löcher oder leichte, am Rande braungefärbte Längsfurchen wahr, welche für das Gesammtbefinden der Pflanze ohne Einfluß bleiben.

Die eben geschilderte Entwicklung und Ausbreitung des Pilzes, welcher außer bei Leindotter (Camelina sativa) auch bei Hirtentäschelkraut (Capsella Bursa pastoris) und bei der Gemüsekresse (Lepidium sativum) auftritt, findet in gleicher Weise auch bei den Nährpflanzen aus andren Familien statt, von denen Hesse noch die Keimlinge von Weißklee (Trifolium repens), Spergel (Spergula arvensis), Hirse (Panicum miliaceum) und Zea Mays anführt. Nur ist bei den jungen Pflänzchen von Hirse und Mays, selbst unter den für den Schmarotzer günstigsten Wachsthumsbedingungen, die Einwirkung desselben keine so ausgedehnte, wie bei den andern der genannten Kulturpflanzen.

Infectionsversuche mit anderen Pflanzen hatten bei Hesse negative Resultate ergeben; so blieben die Sämlinge vom Lein (Linum usitatissimum), vom Gartenmohn (Papaver somniferum), dem Raps (Brassica Napus), der Esparsette (Onobrychis sativa), der Seradella (Ornithopus sativus), des Wundklees (Anthyllis Vulneraria), der Erbse (Pisum sativum), der Gerste (Hordeum vulgare), des Hafers (Avena sativa), des Sommerweizens (Triticum vulgare) und der Kartoffel (Solanum tuberosum) intakt.

Es ist jedoch aus diesen negativen Resultaten noch nicht mit Sicherheit auf eine stete Immunität der genannten Pflanzen gegenüber diesem Schmarotzer zu schließen. Neuerdings hat nämlich de Bary [1]), dem wir in der weiteren Darstellung nun folgen, hervorgehoben, daß die Kartoffel sich nicht immer immun verhält. Es werden also auch die übrigen Kulturpflanzen noch einmal geprüft werden müssen, da namentlich auch die Möglichkeit einer Täuschung durch die Entdeckung einzelner, gemeinsam mit Pythium de Baryanum vor-

[1]) A. de Bary: Zur Kenntniß der Peronosporeen. Bot. Zeit. 1881, Nr. 33 ff.

kommender, aber nicht parasitischer Pythium-Arten nicht ausgeschlossen ist. Wie leicht wäre es möglich, daß die von Hesse gemachten Infectionsversuche durch eines der saprophyten Pythium ausgeführt worden sind. Es ist wahrscheinlich. daß die Zahl der Nährpflanzen eine bedeutend größere ist, als Hesse angiebt. Als besonders günstigen Nährboden erwähnt z. B. de Bary auch die Fuchsschwanz-Arten (Amarantus). Es giebt aber auch sicher Pflanzen, die der Pilz nicht angreift; dahin gehören die Algen (Vaucheria, Spirogyra).

Andere kryptogame Gewächse sind dagegen wieder sehr günstige Nährsubstanzen für den Pilz, wie de Bary's Impfversuche zeigen. Derselbe brachte den auf Lepidium wachsenden Pilz auf Vorkeime des Ackerschachtelhalmes (Equisetum arvense) und sah das Mycel sofort in die Zellen eindringen und die Pflänzchen binnen wenigen Tagen zerstören. Dieselbe Zerstörung hatte früher schon Sadebeck[1]) beobachtet und den Pilz für eine dem Schachtelhalm eigenthümliche Art (Pythium Equiseti) angesprochen. Nach Frank's Vermuthung (Krankh. d. Pfl. S. 381) dürfte bereits Milde[2]) denselben Pilz bei der Zerstörung seiner Kulturen von Schachtelhalm-Vorkeimen vor sich gehabt haben. Verschieden von dem Genannten ist nach Sadebeck[3]) das auf jungem Equisetum limosum und E. palustre auftretende Pythium autumnale mit meist parthenogenetischer Entwicklung der Oosporen. Auch die Vorkeime einzelner Farne werden zerstört, so z. B. die von Todea africana, während Prothallien von einer Polypodiaceen-Gattung verschont blieben.

Der für uns wichtigste Impfversuch ist der mit Kartoffeln ausgeführte.[4]) Der von der Kresse entnommene Pilz drang in die Zellen der Schnittfläche einer gesunden Knolle schnell ein und verbreitete sein sehr kräftig entwickeltes Mycel weit zwischen den Zellen, die allmählich zusammenfielen, eine graubraune Farbe annahmen und schließlich unter Bacterienmitwirkung verjauchten. Unter Wasser gebrachte, inficirte Kartoffelstücke zeigten Pilz- und Bacterien-Entwicklung beschleunigt; die rascher fortschreitende Verjauchung erfolgte jedoch ohne Bräunung. Die Bildung von Fortpflanzungsorganen war dagegen sehr spärlich; Zoosporangien waren gar nicht wahrnehmbar und Conidien wie Oosporen entwickelten sich sehr spärlich; auch fiel mit der überhandnehmenden Verjauchung der ganze Pilzthallus der Zersetzung anheim. Wurde dagegen vor diesem Stadium eine Parthie des üppigen Pilzgewebes in reines Wasser gebracht, dann machte zwar die vegetative Entwicklung der Mycelfäden kaum noch weitere Fortschritte, dagegen bildeten sich reichlich Oogonien und Conidien.

Nicht mit unbedingter Sicherheit, doch mit großer Wahrscheinlichkeit läßt sich auch jetzt schon der Kreis der Nährpflanzen für das Pythium de Baryanum erweitern, da man annehmen kann, daß ein von Lohde[5]) als Lucidium pythioides beschriebener Schmarotzer auf Keimpflanzen von Kresse, Senf, Runkel (Beta) und von einer Orchidee (Stanhopea saccata) mit dem vorliegenden Schmarotzer identisch ist. Daß Lohde seinen Pilz als besondere Gattung eingeführt, rechtfertigt er mit der Beobachtung, daß bei Kultur in Zuckerlösung in den intercalaren oder blasenförmigen Endanschwellungen der reichlich Oel erzeugende Inhalt sich ohne Mitwirkung von Antheridien

---

[1]) Cohn's Beiträge zur Biologie. Bd. I, Heft 3.

[2]) Nova Acta Acad. Leop. XXIII. P. H. S. 641.

[3]) Sadebeck: Ueber Infectionen. welche Pythium-Arten bei lebenden Pflanzen hervorbringen. Beibl. z. Tagebl. d. 49. Naturf. Vers. 1876, S. 100.

[4]) de Bary a. a. O. S. 528.

[5]) Bot. Zeit. 1875, S. 88.

mit einer dicken Membran umgab und Gebilde darstellte, die wie sehr große Oosporen aussahen. In andern Fällen zerklüftete sich der plasmatische Inhalt in 2, 4 oder 8 Portionen, von denen sich jede mit einer Membran umgab und auf diese Weise Sporen, wie bei Achlya bildete. Keimung dieser Formen ist nicht beobachtet worden. Andere Pilze in Zuckerlösung verändern jedoch ebenfalls ihren Habitus, so daß in den beschriebenen Organen des Lucidium nur Anpassungsformen, vielleicht auch Starrezustände bei ungünstiger Ernährung vermuthet werden können.

Die Kartoffel beherbergt noch andere Pythium-Arten, die von de Bary bei seinem Suchen nach den Oosporen des Blattfäulepilzes aufgefunden und beschrieben worden sind. Es gehört dahin zunächst das Pythium vexans[1]), welches sich von dem vorigen in erster Linie dadurch unterscheidet, daß es nicht in lebende Zellen eindringt, also nicht parasitisch, sondern saprophytisch wächst. Nun ist zwar auch P. de Baryanum nicht immer parasitisch; es wächst vielmehr[2]) auch in den durch heißes Wasser vorher abgetödteten Kressepflänzchen, ja auch auf todten, im Wasser liegenden Fliegen, auf denen es Oosporen, aber keine Zoosporangien bildet. Es sind jedoch noch mehrere andere Unterscheidungsmerkmale vorhanden, welche mit Sicherheit zwei getrennte Arten unterscheiden lassen. Die Oogonien und Oosporen bei P. vexans sind durchschnittlich bedeutend kleiner, ihre Membran zarter und die Keimung eine andere. Die im Juli ausgesäeten Oosporen zeigten nach 5 Tagen neben Keimschläuchen auch Zoosporenbildung. Bei letzterem Vorgange wird ein kurzer, dicker Schlauch getrieben, in dessen blasig erweitertem Scheitel sechs und mehr Zoosporen entstehen. Aeltere Oosporen zeigten nur Keimschläuche.

Auch dieser Pilz kommt auf todten Fliegen vor; im Körper todter Milben trieb er sogar Oosporen.

Von besonderem Interesse ist das in den abgestorbenen Zellen der Kartoffeln anzutreffende Pythium Artotrogus, welches schon 1845 von Montagne aufgefunden und von Berkeley als Artotrogus hydnosporus[3]) beschrieben worden ist (Fig. 2). Für die Kartoffel und auch die Kresse (Lepidium sativum) ist der Pilz saprophytisch. Das Mycel ist von dem der andren Arten nicht scharf zu unterscheiden, aber die meist intercalar (also als Zwischenglieder eines Fadens) entstehenden Oogonien haben eine durch spitze, conische Aussackungen stachelige Wandung. Die Antheridien sind Stücke von Tragfäden, die sich an das Oogon anlegen und durch eine Querwand als besondere Zelle abgrenzen. Die glattkugelige Oospore ist zur Reifezeit mit einer meist hellgelblichen Membran versehen und bleibt von der Oogonwand umschlossen. Die Keimung wurde nach 3—4monatlicher Ruhezeit im Wasser beobachtet; sie erfolgte durch Austreiben eines zarten Keimschlauchs, der das Epispor und die Fruchtwand (Oogonwand) durchbricht. Zoosporangien und Conidien sind bisher nicht mit Sicherheit erkannt worden. Die Schwierigkeit der Entscheidung über das Vorhandensein oder Fehlen dieser Vermehrungsorgane liegt darin, daß der Pilz bisher immer nur in Gemeinschaft mit dem Pythium de Baryanum in Lepidium-Kulturen beobachtet werden konnte. Dieses Letztgenannte war auch jedesmal vorher da, ehe P. Artotrogus erschien. Es ist bisweilen gelungen, die Früchte des Stachelpilzes zu isoliren und zur Keimung zu bringen; hierbei zeigte sich die bemerkenswerthe Thatsache, daß die oft reichlich verzweigten

---

[1]) Researches into the nature of the Potato-Fungus. Journ. of R. Agric. Soc. Vol. XII. Part. I (1876), cit. Bot. Zeit. 1881, S. 537.

[2]) Bot. Zeit. 1881, S. 526.

[3]) Montagne: Sylloge, p. 304. Berkeley: Journ. Hortic. Soc. London I, p. 27, cit. bei de Bary l. c., S. 576.

Keimschläuche weder in gesundes noch abgetödtetes Gewebe von Kressepflänzchen eindrangen, sondern nach einigen Tagen abstarben. Kamen dagegen beide Pilze gemeinschaftlich zur Aussaat, so kam sowohl auf todtem, wie auch auf lebendem Gewebe die Bildung von Stacheloogonien vor. Man muß aus dieser bemerkenswerthen Gemeinschaft schließen, daß P. Artotrogus Stoffverbindungen zur Nahrung braucht, die erst durch die Zersetzungsarbeit eines andren Pilzes geliefert werden. Vielleicht allerdings parasitirt der Pilz aber auch auf dem P. de Baryanum. In den Kartoffeln ist er in Begleitung der Phytophthora infestans zu finden und da das Mycel nach Bildung der Früchte äußerst durchscheinend wird oder gänzlich verschwindet, so ist erklärlich, wenn einzelne Beobachter behauptet haben, diese Stachelkugeln gehörten zu dem Krautfäulepilz. Ein anderer Artotrogus ist von Broome im Jahre 1849 auf faulenden Rüben gefunden worden. W. G. Smith erklärt dieselben für die Oosporen der Peronospora parasitica.[1])

Das Lepidium erweist sich auch noch als Nährheerd eines anderen Pythium's mit Stacheloogonien, welches von de Bary den Namen P. megalacanthum erhalten hat. Der Pilz ist für die Kresse nicht parasitisch; dagegen können die Zoosporenkeime in Prothallien von Todea africana eindringen und die Zellen tödten; er zeigt sehr häufig die Eigenthümlichkeit, proliferirende Schläuche zu treiben. Das Fadenstück nämlich, welches ein Zoosporangium trägt, wölbt nach Entleerung der Schwärmsporen seine Wand in die leer gewordene Sporangienmembran hinein. Durch Ausweiten des sich hineinwölbenden Theiles entsteht innerhalb des ersten ein zweites Zoosporangium und dieser Vorgang kann sich selbst noch ein zweites Mal wiederholen. Manchmal wächst der das erste Zoosporangium tragende Faden zu einem schlanken Aste aus, welcher aus der Blase heraustritt und dann am Ende wieder zu einem neuen, freien Zoosporangium anschwillt.

Ebenso unschädlich wie das Vorige erweist sich für lebende Kressenkeimlinge das P. intermedium de Bary, das auf todten Exemplaren dieser Pflanze, sowie auf abgestorbenen Amarantuspflänzchen in Gemeinschaft mit P. de Baryanum gefunden worden ist. Das P. intermedium tritt dagegen wieder in gesunde Protballien von Equisetum, Todea und Ceratopteris ein und wirkt hier zerstörend. Bei diesem Pilze wurde von de Bary die interessante Beobachtung gemacht, daß die frisch gereiften Conidien in sauerstoffhaltigem, frischem Wasser Schwärmsporen bilden, während sie bei Zufuhr reinen Wassers mit einem Keimschlauche keimen, sobald sie längere Zeit in schmutzigem, sauerstoffarmen Wasser haben vorher zubringen müssen.

Ausschließlich saprophytisch ist das auf todten Insekten und getödteten Pflanzentheilen vorkommende Pythium proliferum, das schon früher[2]) von de Bary aufgefunden worden ist. Eine sehr ähnliche Form mit fast denselben biologischen Verhältnissen ist P. ferax.

Während die bisher erwähnten Arten das gemeinsame Merkmal haben, daß ihre Mycelfäden blasige Sporangien besitzen, weisen die nachfolgenden Arten fadenförmige Sporangien auf. Bei ihnen entwickeln sich also die Schwärmsporen in der cylindrisch bleibenden Spitze eines Astes. Es gehört hierher das auf todten Fliegen im Wasser wachsende und von dort auf todte Lepidium- und Camelina-Keimlinge mit Erfolg übertragbare P. gracile d. B. Morphologisch ist, soweit bis jetzt Beobachtungen vorliegen, der ebengenannte Saprophyt von P. gracile Schenk und dem damit wohl identischen

---

[1]) W. G. Smith: The potato disease Nature 1876, cit. bot. Jahresb. 1876, S. 138.

[2]) Pringsheim's Jahrb. II 182, Tafel 21.

P. reptans d. B. nicht zu unterscheiden; es ist daher möglich, daß alle drei Namen dieselbe Art bezeichnen. Nur macht der eine Umstand die Sache ungewiß, daß der von de Bary beobachtete Pilz durchaus saprophytisch lebt und Aussaatversuche auf lebende und getödtete Algenformen resultatlos verlaufen sind; Schenk[1]) giebt dagegen an, daß sein P. gracile in lebende Cladophora- und Spirogyra-Arten eindringt und auch in den Zellen von Nitella flexilis gefunden worden ist. Auf Farnprothallien parasitirend beschreibt Lohde noch ein P. circumdans und auf Chlorococcum ein P. Chlorococci. Pringsheim[2]) erwähnt ein P. entophytum auf den Copulationskörpern einer Spirogyra, ferner ein P. monospermum auf Leichen von Mehlwürmern in Wasser. Renny fand 1876 ein Pythium (P. incertum) auf Blättern von Cuphea.[3])

Wenn man sich nach Mitteln umsieht, die event. gegen die Pythium-Zerstörung anzuwenden wären, so wird man hierbei ausschließlich die Landpflanzen und unter diesen die Kulturpflanzen im Auge behalten dürfen. Bei der bereits großen Anzahl von Nährpflanzen und bei der Erfahrung, daß grade das wichtigste Pythium de Baryanum nicht nur parasitisch, sondern auch saprophytisch weiter wächst, ist es gar nicht zu gewagt, wenn man den Pilz als einen fast überall vorhandenen Feind ansieht, der nur günstige Entwicklungsbedingungen abwartet, um die jungen Kulturpflanzen zu zerstören. Es kann sich daher gar nicht um Vertilgungsmittel handeln, sondern lediglich um Kulturbedingungen, welche die Ausbreitung des Schmarotzers behindern. Daß man auf einem Ackerstücke, welches im Jahre vorher Pythiumzerstörungen erlitten hat, nicht sofort wieder Nährpflanzen des Pilzes, sondern womöglich andere Früchte anbaut, ist wohl eigentlich das nächstliegende Hülfsmittel. Sicherer ist jedoch jedenfalls die Benutzung der möglichst zulässigen Saatbreite bei allen Saaten, um das Erstarken der Keimlinge durch reiche Licht- und Luftzufuhr zu beschleunigen.

Mit Pythium verwandt sind die Algen bewohnenden Gattungen Lagenidium Schk. und Ancylistes Pfitzer. Lagenidium globosum Lindst. wurde in Cladophora, Mougeotia, Zygnemá und Spirogyra gefunden; Lagenidium Rabenhorstii Zopf rief 1874 eine Epidemie unter Spirogyren und andren Conjugaten im Thiergarten bei Berlin hervor;[4]) Ancylistes Closterii Pfitz. ist in Closterium schmarotzend beobachtet worden.[5])

Die für unsere Kulturpflanzen verhängnißvollsten Gattungen sind unzweifelhaft Phytophthora und Peronospora. Wir werden die systematischen

---

[1]) Verh. d. phys. med. Ges. z. Würzburg 1857, IX, S. 12 ff.

[2]) Jahrb. f. wissensch. Bot. 1858, Bd. I, S. 288.

[3]) W. G. Smith: Pythium Equiseti. Gard. Chron. 1876, Bd. V, cit. Bot. Jahresb. IV. Jahrg., S. 134.

[4]) W. Zopf: Ueber einen neuen parasitischen Phycomyceten. Verh. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenb. 1878.

[5]) Hierher gehörige Literatur nach de By. Lindstedt: Synopsis der Saprolegnieen. Cornu: Monogr. in Annal. Sc. nat. 1872.

Unterschiede beider Gattungen nach Besprechung der einzelnen Krankheitsfälle am leichtesten übersehen können und beginnen daher mit der Gattung Phytophthora.

## Die Kraut- oder Zellenfäule der Kartoffeln.

### Phytophthora infestans dBy.[1])

Wir bemerken in der Regel die Krankheit zunächst auf den Blättern der Kartoffeln und das ungeübtere Auge gewahrt sie häufig erst, wenn sie im größeren Maßstabe auftritt, was meistens im Juli und August stattfindet. Bei genauerem Nachsuchen aber findet man vereinzelte Erkrankungsfälle in jedem Jahre auch schon im Mai und Juni auf einzelnen Blättchen, welche erst etwas gelblich, alsbald braun und weich und dann schwärzlich und trocken werden [Brandflecken].[2]) Zuerst zeigen sich an den Blättern diese kleinen, anfangs gelblichen, später braunen Flecke, die häufig mit einem weißlich schimmernden Rande umgeben sind (Fig. 4 K), nur spärlich; bei feuchtwarmer Witterung wird schnell das ganze Blatt schwarz. In wenigen Tagen können ganze Felder im Kraut von der Krankheit vernichtet sein. Fast immer geht ein weißer Reif auf der noch grünen Blattfläche dem Absterben voran.

Bei genauerer Untersuchung der weißbereiften Stellen sieht man aus den Spaltöffnungen des Blattes aufrechte, querwandlose[3]), baumartig verzweigte Pilzfäden mit oft etwas aufgetriebener Basis hervortreten. Zuerst erscheinen dieselben auf der Unterseite der Blätter; im vorgeschrittenen Krankheitsstadium auch auf der Oberfläche. Die 2—4 Seitenzweige eines jeden Bäumchens schwellen an ihrer Spitze citronenförmig an und diese aufgetriebene Stelle sondert sich durch eine Scheidewand von dem übrigen Theile des Pilzfadens ab; so entsteht das citronenförmige Sporangium (Fig. 5 sp).

Die Querwand, welche das Sporangium von dem Träger abschnürt, liegt etwas unterhalb der Anschwellung, so daß jedes Sporangium dadurch ein kleines Stück Träger als Stielchen erhält. Binnen 10 Minuten ist die Abgliederung erfolgt und gleichzeitig legt sich das bis dahin vertikal stehende, angeschwollene Endglied (Sporangium) horizontal, so daß es jetzt rechtwinklig auf seinem Zweige steht. Die Spitze dieses Zweiges, die eben das erstgebildete Sporangium bei Seite geschoben, wächst nun pfriemenförmig weiter zum neuen Träger, der an der Stelle, wo das erste Sporangium steht, eine schmal

[1]) Syn. Peronospora infestans Mtg., P. devastatrix Casp., P. Fintelmanni Casp., P. trifurcata Ung., Botrytis infestans Mtg., B. devastatrix Lieb., B. fallax Desm., B. Solani Harting.

[2]) Nicht alle vom Praktiker als „Brandflecken“ bezeichneten, kranken Blattstellen rühren von der Phytophthora her. Die trocknen brandigen Stellen, die im August bei trocknem Wetter beobachtet worden, enthalten Sporidesmium fuscum Bon. Cladosporium herbarum Lk., Stemphylium, Ascophora, Sporotrichum, Trichothecium. (Hoffmann in Mykol. Berichten d. Bot. Zeit. 1860, S. 53.)

[3]) Schacht und Holle haben Scheidewände beobachtet. Ueber den Kartoffelpilz von Dr. von Holle, Bot. Zeit. 1858, S. 40.

flaschenförmige Anschwellung zeigt. Bald darauf erscheint an der jetzigen Spitze ein zweites Sporangium, das ebenfalls alsbald zur Seite gedrückt wird. Dieser Bildungsprozeß kann sich bis zehnmal und wohl noch öfter wiederholen, so daß dann jeder Zweig ebensoviel seitlich stehende Sporangien aufweisen kann. Dieselben sind aber, sobald sie ihre Drehung gemacht haben, dem Träger nicht mehr angewachsen, sondern nur noch angeklebt. Die Membran des Stielchens ist bei der Reife bis zum Verschwinden des Innenraumes verdickt, an seiner Basis schon gallertartig und in Wasser ungemein aufquellbar. Die angeklebten Sporangien fallen daher bei der geringsten Erschütterung ab, so daß man nur die flaschenförmigen Anschwellungen als Maßstab der Anzahl gebildeter Knospen übrig hat. Wegen dieser Anschwellungen, sowie wegen der nach einander folgenden Entwicklung der Sporangien hat de Bary diesen Pilz von der Gattung Peronospora als selbständige neue Gattung (Phytophthora) abgegrenzt.[1])

Die Wand des Sporangiums ist derb und namentlich an der Spitze verdickt. Der Inhalt solcher Kapsel (Fig 8a) tritt erst heraus, wenn sie abfällt und in einen Tropfen Wasser gelangt. Durch die geplatzte Wandung drängen sich nun ovale, einseitig etwas abgeplattete, membranlose Zellen (Fig. 8b), welche im fertigen Zustande mit einer vorn und hinten hinausragenden Wimper versehen sind und welche sich im Wasser leicht fortbewegen, indem sie sich um ihre Längsachse drehen (Fig. 8zg). Es sind dies die Zoosporen des Pilzes, welche nach etwa $1/2$ Stunde zur Ruhe gelangen, sich abrunden und einen Keimschlauch treiben. Zuweilen keimt auch das ganze Sporangium, ohne erst Schwärmsporen zu entwickeln, mit einem zum Mycel sich ausbildenden Keimschlauche (Fig. 7m); in andern Fällen bildet sich erst eine sekundäre Spore (Fig. 7c), die aus der Spitze des einfachen, kurzen Keimschlauches entsteht. In Fig 7 bedeutet sp das sich hier wie eine einfache Conidie verhaltende Sporangium. Wahrscheinlich sind hier dieselben Verhältnisse für den Modus der Entwicklung dieses Knospenapparates maßgebend, wie dies früher bei Pythium angegeben worden ist. Vielleicht wirkt auch schon der Concentrationsgrad der umgebenden Flüssigkeit maßgebend auf die Entwicklung.[2])

Wenn die Sporangien oder Zoosporen auf ein Kartoffelblatt gefallen sind und auskeimen, wächst der Keimschlauch durch die Spaltöffnungen hinein oder durchbohrt häufiger noch die Wandung einer Zelle (Fig. 9), um in's Innere des Pflanzentheils zu gelangen. Die durchbohrte Stelle wird braun; ebenso färben sich oft die angrenzenden Zellen, ohne daß sie von einem Pilzfaden berührt werden. Der grüne Farbstoff wird zerstört, die Stärke aufgelöst, der ganze Zellinhalt braun und humos; die Zelle stirbt ab. In dem Grade, wie nun die Fäden, deren Saugorgane gewöhnlich fehlen,[3]) weiter fortschreiten, verbreitet sich die Zerstörung des Zellgewebes. Aeußerlich bezeichnet der durch reichliche fruchttragende Hyphen ausgezeichnete, weiße Ring um einen jeden Fleck die dem Tode zunächst verfallenden Stellen. Mit dem

---

[1]) A. de Bary: Researches into the nature of the potato-fungus, Phytophthora infestans. Journ. of the Royal agricultural Society. Ser. II, Vol. XII, Part. I, No. 23, 1876, cit. Bot. Jahresbericht 1876, S. 135.

[2]) Bei direktem Sonnenlichte bilden sich keine Schwärmsporen. (de Bary: Ueber Schwärmsporenbildung 2c. Bot. Zeit. 1861, S. 47.)

[3]) de Bary: Recherches sur le developpement de quelques Champignons parasites, cit. in Hoffmann's Mykol. Ber. d. Bot. Zeit. 1865, S. 72.

Tode des Zellgewebes verschwindet auch der Pilz; er lebt nur auf den noch frischen Pflanzentheilen.

Ein ganz ähnliches Durchbohren der äußeren Haut und Eindringen des Pilzes ist auch an den jugendlichen Knollen beobachtet worden, wobei die Fäden bisweilen eine violette Färbung annehmen, wenn sie in die Farbstoffschicht der rothen Kartoffeln eindringen; es ist dies ein Beweis dafür, daß der Pilz der Umgebung Nahrung entzieht. Da, wo die querwandlosen Mycelfäden in der Knolle sich ausbreiten, erscheinen äußerlich bräunliche Stellen, an denen die Oberhaut bisweilen eingesunken und das darunter liegende Gewebe bis in verschiedene Tiefe hinein braun gefärbt ist. Die braune Färbung breitet sich vorzugsweise reichlich im Rindengewebe der Knollen aus. Schacht[1]) erklärt die Knollenkrankheit in ihrem Auftreten an eine bestimmte Gewebeschicht gebunden. „In der an Stärkemehl freien Zellenschicht, welche unmittelbar unter der Schale liegt und durch welche sich die Korkzellen der Schale vermehren, tritt in allen Fällen zuerst die Krankheit auf.“ Die bezeichnete Zone ist die eiweißreichste Schicht, die nach Schacht auch häufig Zucker enthält.

Die Bräunung des Zellinhaltes erklärt Harting[2]) durch eine in Folge der Zersetzung von Eiweißstoffen, Dextrin, Stärke u. s. w. eintretende Verbindung von Ulmin und Ammoniak.

Die im Freien zur Beobachtung gelangenden Fälle von Knollenerkrankung sind meist nicht mehr reine Phytophthora-Zerstörungen, sondern Combinationen mit Bacterienfäulniß, welche die schnelle Erweichung der Knolle veranlaßt. Es ist schon bei dem Rotze der Kartoffel (S. 78) darauf hingewiesen worden, daß die Phytophthora allein die Knolle hart läßt, aber den Inhalt humifizirt, die Proteïnkrystalle bräunt und unlöslicher macht und die Stärke unter Zuckerbildung theilweis löst. Bei dem Lösungsvorgange werden die Körner spindel- bis nadelförmig, aber nicht rissig und zerklüftet oder von Pilzfäden durchbohrt, wie dies bei dem Rotze zu beobachten ist.

Es ist vorhin bereits erwähnt worden, daß der Pilz ebenso gut in die Knollen eindringen kann, wie in die Blätter. Der Leser könnte dabei auf die Vermuthung kommen, daß zur Impfung immer Material von Knollen entnommen wäre; dies ist jedoch nicht der Fall. Schon der Erste, welcher Impfversuche mit Vorsicht ausführte, nämlich Speerschneider[3]) hat bei seinen Experimenten grade Laub auf Knollen gebracht und dadurch Letztere angesteckt. Es verdient wegen der späteren Berücksichtigung des Falles ein Experiment

---

[1]) Schacht: Bericht über die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten. Berlin 1854, S. 18.

[2]) Harting: Recherches sur la nature et les causes de la maladie des pommes de terre en 1845. Annal. d. scienc. nat. 1846, t. VI, S. 51.

[3]) J. Speerschneider: Die Ursache der Erkrankung der Kartoffelknolle durch eine Reihe Experimente bewiesen. Bot. Zeit. 1857, S. 121.

hervorgehoben zu werden. Speerschneider nahm 24 gesunde Knollen und zwar 12 junge, zartwandige und 12 ältere, mit dicker Korkschale; er band, nachdem die Knollen gereinigt und gewaschen, auf jede Einzelne kranke, mit Sporangien reichlich versehene Laubstücke, und legte sie in mit feuchter Erde gefüllte Töpfe. Nach zehn Tagen waren die jüngeren Knollen sämmtlich mehr oder weniger erkrankt, dagegen die 12 älteren mit derberer Korkschale sämmtlich gesund. Die mikroskopische Untersuchung zeigte auf der Oberfläche der erkrankten Knollen eine Menge theils keimender Sporen, theils solcher, deren Keimschläuche durch die noch sehr zarte Korkschale hindurchgedrungen waren. Die Parenchymzellen des Kartoffelfleisches fingen in der Nähe der Sporenschläuche bereits an, sich zu bräunen und zu zersetzen.

Bei der somit feststehenden Identität des Blatt- und Knollenpilzes ist es natürlich ganz gleichgültig, woher die Sporen zur Infektion stammen. Die verschiedenartigsten Infektionsversuche sind seit Speerschneider und Hoffmann[1]) unternommen worden und haben in vielen Fällen ein positives Resultat ergeben. Wenn auch viele Versuchsansteller (Karsten, Kühn, Scholz, Sorauer, Bretschneider, Peters, Reeß)[2]) constatirt haben, daß kranke (auch naßfaule) Knollen, die noch stückweise gesund gewesen, bei trockner Aufbewahrung gesunde Knollen im nächsten Jahre lieferten, so liegt darin kein Beweis, daß der Pilz nicht die Ursache der Krankheit sei. Es geht daraus nur hervor, daß die Vegetation des Pilzes bei sehr vorsichtiger, trockner Aufbewahrung gehemmt worden ist und derselbe nicht Gelegenheit gefunden hat, in die gesunden Augen hineinzuwachsen, so lange ihr Gewebe noch sehr jung war. Auch Speerschneider[3]) spricht aus, daß Trockenheit die Krankheit aufhält und selbst verhütet; ebenso erwähnt Schacht[4]) noch früher, daß, wenn man eine gesunde Kartoffel durchschneidet und je eine Hälfte mit ihrer Schnittfläche auf eine kranke Hälfte aufbindet, man bei trockner Aufbewahrung die gesunde Hälfte bleibend gesund finden wird; in feuchter Luft dagegen überträgt sich alsbald die Krankheit. Bei der gewöhnlichen, im praktischen Betriebe allein möglichen Aufbewahrung der Knollen in großen Haufen wird sich nicht nur der Pilz in der Knolle weiter verbreiten, sondern auch von einer Knolle auf die andere übertragen können, da in feuchten Aufbewahrungsräumen sich der in der Knolle wuchernde Pilz zur

---

[1]) Bot. Zeit. 1860, S. 53.

[2]) Berichte der Central-Commission für das agrikulturchemische Versuchswesen. Ref. Prof. Dr. Pringsheim: Annalen der Landwirthschaft, Bd. XLIV, XLIX, LVII und Landwirthschaftliche Jahrbücher von Nathusius und Thiel 1876, S. 1137.

[3]) a. a. O., S. 124.

[4]) Bericht an das Kgl. Landes-Oekonomiecollegium. Berlin 1854, S. 22.

Knospenbildung anschickt, wie dies durch Kühn[1]) seit längerer Zeit festgestellt worden ist. Kühn fand, daß kranke Knollen, die durchschnitten wurden, sehr bald an ihrer Schnittfläche zahlreiche Sporangien entwickelten. Ebenso brechen Sporenäste an den Augen hervor und zwar nicht blos bei künstlich geimpften; sondern auch schon im Boden bei natürlich erkrankten Exemplaren. Bei Anbauversuchen mit Gühlich'schen Knollen nach Gühlich'scher Methode, die später besprochen werden soll, fand Kühn an frisch aus dem Boden entnommenen Exemplaren an den Augen und an andern Stellen, deren Korkschale durchbrochen, weiße Pilzrasen von fruktifizirender Phytophthora infestans, die häufig noch kräftiger als auf den Blättern entwickelt waren.

### Uebertragung der Krankheit.

Durch diese Wahrnehmungen ist es jetzt sehr leicht erklärlich, daß kranke Knollen Ansteckungsheerde für benachbarte gesunde werden können. Ein jeder Regentropfen kann bei der Durchsickerung durch den Boden von einer kranken Knolle Sporangien auf eine darunter liegende, gesunde übertragen. Die aus dem Sporangium ausgeschlüpften Schwärmsporen keimen, durchbohren die Korkschale und wachsen in die neue Knolle hinein (Fig. 9), welche bei der Ernte noch keine Spur einer Erkrankung zu zeigen braucht; dieselbe wird erst im Aufbewahrungsraume ausgebildet und weiter auf bis dahin gesund gewesene Knollen übertragen. Solche spät in der Miete inficirte Knollen zeigen dann häufig äußerlich nur schwer oder nicht erkennbare Spuren der Krankheit und werden als gesundes Saatgut wieder auf den Acker gebracht, wo es dann bei den für den Pilz günstigen Witterungsbedingungen nicht selten geschieht, daß die Mycelfäden in die jungen Triebe hineinwachsen. Daß die Krankheit von solcher Mutterknolle sowohl in die oberirdischen, als unterirdischen Triebe hineingelangen kann, dafür sprechen die Erscheinungen, daß schon ganz jugendliche Stengel unter den Symptomen der Krankheit absterben und daß (nach Payen[2]) bei den Knollen mit langen Ausläufern sich beobachten läßt, wie die der Mutterknolle zunächst liegenden, neuen Kartoffeln zuerst erkranken und von da die weiter entfernt liegenden. Direkt nachgewiesen im Laboratorium ist dieses Hineinwachsen des Mycels in die jungen Triebe schon 1861; im Jahre 1875 wurde dieser Versuch im Freien wiederholt. Es wurden im März 1875 fünfzig Kartoffeln inficirt und im April in den Garten gepflanzt. Einzelne der getriebenen Sprossen wurden braun durch nachweisbares Mycel der Phytophthora, das sich im Mai schrittweise von den erkrankten Trieben aus weiter verbreitete.[3])

---

[1]) Kühn: Kartoffelkrankheit (deren Verbreitung im Boden und ihr Umsichgreifen in Kellern und Mieten). Zeitschr. d. landw. Centralv. d. Prov. Sachsen. Wochenbl. d. preuß. Annalen d. Landwirthschaft 1871, Nr. 11.

[2]) Maladie des pommes de terre etc. Paris 1853.

[3]) Researches etc., Bot. Jahresber. 1876, S. 137.

Auf das Vernichten der jugendlichen Triebe kommt Kühn in seinen Berichten über die Gühlich'sche Anbaumethode ebenfalls zu sprechen. Er erwähnt[1]) eine doppelt interessante Beobachtung. Die in ihrer Entwicklung verschieden weit fortgeschrittenen Varietäten erkrankten gleichzeitig, aber in sehr verschiedenem Grade. Dies erklärt Kühn dadurch, daß zwei bestimmte Zeitabschnitte im Leben der Kartoffel existiren, in denen die Pflanze am empfindlichsten für die Krankheit ist. Der erste Zeitpunkt ist die Jugend. Junge Triebe erliegen am schnellsten der Krankheit; ausgewachsene zeigen dagegen eine große Widerstandsfähigkeit. Nach diesem fortgeschrittenen Entwicklungsstadium soll aber nach Kühn wieder eine Periode großer Empfänglichkeit eintreten; findet sich diese Periode nebst günstigen Entwicklungsbedingungen für den Pilz Ende Juli oder Anfangs August ein, so sieht man die in der Ausbildung vorgeschrittenen Frühkartoffeln rasch durch den Parasiten absterben, während er auf anderen Sorten um so langsamer Platz greift, je spätreifender sie sind.

Auch frühreife Sorten, die außergewöhnlich spät gelegt sind, haben von der Krankheit wenig zu leiden, während dieselben Sorten, in der gewöhnlichen Zeit gelegt, bald vom Pilz zerstört werden. Derselbe genaue Beobachter führt in der unten angegebenen Arbeit einen Versuch vom Jahre 1864 auf, wodurch obiger Ausspruch direkt bestätigt und gleichzeitig auch ein Beleg für das Hervorgehen gesunder Pflanzen aus kranken Knollen beigebracht wird. Dieselbe Thatsache ist später von Bretschneider[2]) und von Reeß[3]) beobachtet worden, wodurch es immer wahrscheinlicher wird, daß nur unter bestimmten Verhältnissen das Hinauswachsen des Pilzmycels aus der Knolle in den Stengel stattfindet. Solche Verhältnisse können darin bestehen, daß das Mycel zwar in die Knolle, aber nicht bis in die wachsenden Augen zu der Zeit gelangt, wo die Triebe noch jung sind und von der Mutterknolle ernährt werden. Bei dem Versuche von Kühn wurden nämlich zur späten Aussaat Knollen verwendet, die zu einem erheblichen Theile bereits von der Krankheit zerstört worden waren und nur durch trockne Aufbewahrung einige gesunde Augen behalten hatten. Von diesen Knollen blieben die überhaupt erschienenen Triebe bis zum Herbste frischgrün, während die gleichen Varietäten bei den rechtzeitig im April gelegten Knollen im Kraut total zerstört waren.[4])

---

[1]) Berichte aus dem physiolog. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle 1872, S. 81 u. 82.

[2]) Neue landw. Zeit. 1872, S. 231.

[3]) Zeitschr. d. landw. Centralv. d. Prov. Sachsen 1872, Nr. 4.

[4]) Diese Thatsachen weisen darauf hin, daß der Pilz einen bestimmten Mutterboden für seine Entwicklung braucht und nur in einer bestimmten Feuchtigkeitssphäre vegetiren kann. Starkes Begießen der Pflanze und feuchte Luft, sagt de Bary*) begünstigen

---

*) Champignons parasit., cit. in Hoffmann's Mykol. Ber. d. Bot. Zeit. 1865, S. 73.

Wir übertragen also die Krankheit von einem Jahre auf das andere durch die Knollen selbst und wenn die günstigsten Bedingungen zur Entwicklung des Mycels in die jungen Triebe hinein im Frühjahr vorhanden, so haben

außerordentlich die Entwicklung des Parasiten. Ist dieselbe für eine längere Zeit nicht gegeben, so steht die Phytophthora in ihrem Wachsthum still und wenn nachher die entsprechende Feuchtigkeit wieder eintritt, ist der richtige Nährboden für das Gedeihen nicht vorhanden und der Schmarotzer bleibt wirkungslos oder geht zu Grunde. Als Beweis, wie groß der Einfluß der Luftfeuchtigkeit ist, dient eine Beobachtung von de Bary.*) Nach dieser entwickeln Stückchen kranker Knollen in feuchter Luft sehr reich und leicht die sporentragenden Zweige, welche senkrecht von der Unterlage abstehen. Eine nur vorübergehende Aufbewahrung in trockner Luft ruft ein Collabiren und eine Drehung der Sporenträger um ihre eigne Achse hervor; damit ist ebenso, wie durch direkte Berührung ein Stillstehen im Wachsthum des Trägers für immer bedingt. Wenn wir voraussetzen, daß das, was für die Sporenträger gilt, auch auf die fortwachsende Spitze eines Mycelfadens sich erstreckt, so können wir folgenden Vorgang in der Entwicklung der Krankheit annehmen: Gesetzt, wir haben naßfaule Knollen, bei denen die weitere Zerstörung durch trockne Aufbewahrung sistirt worden ist, spät in den Boden gebracht. Die Triebe der gesund gebliebenen Augen haben sich schon im Aufbewahrungsraume entsprechend entwickelt und die vorgeschrittene Jahreszeit begünstigt die sehr schnelle Entfaltung der angelegten Triebe. Diese schnelle Entfaltung wird sich darin zeigen, daß die Wurzeln, welche um jedes Auge mehrfach angelegt und nur durch die Trockenheit bisher zurückgehalten waren, sich schnell strecken und dem jungen Triebe Nahrung zuführen. Der dadurch schon großentheils von der Knolle emancipirte Trieb erstarkt und reift schnell, da die höhere Tagestemperatur und der intensivere Lichteinfluß schnellere Verdickung der Zellwände hervorrufen. Dies bezieht sich namentlich auf den ältesten Theil, die Basis des Triebes.

Wenn in diesem Stadium des Triebes das Mycel aus der kranken Knolle auch durch reichliche Feuchtigkeit zu erneueter Thätigkeit sich erholt und nach der Gegend der gesunden Augen hinwächst, so findet es dort nicht mehr denselben Boden zu seiner Entwicklung. Statt der jugendlichen, dünnen Zellwände findet es starre, z. Th. verholzte Membranen und statt des reichlichen Protoplasma ist ein stickstoffarmer Inhalt an die Stelle getreten. Wenn nun auch das Mycel die Fähigkeit hat, starke Zellwände zu durchbohren, wenn es nun auch zwischen den älteren Zellwänden hinwachsen könnte, so fehlt ihm doch die stickstoffreiche Nahrung, die der Pilz dem Zellinnern zu entziehen gewohnt ist; auch die Kohlenhydrate, deren der Pilz bedarf, sind in dem Gewebe der nahezu reifen Stengelbasis nur noch sehr schwach vertreten. Nur der Stärkering enthält noch nennenswerthe Mengen von Stärkekörnchen. Somit fehlt für die Ernährung des Pilzes der geeignete Mutterboden und die Phytophthora verhält sich etwa wie die Bierhefe in einer Lösung, deren Zucker verbraucht worden, d. h. sie wächst nicht weiter, zehrt sich theilweis selbst auf und geht zum großen Theil zu Grunde.

Im jungen Triebe findet der Pilz dagegen alle Wachsthumsbedingungen und ist er zeitig genug an der Basis eines solchen angelangt, wächst er mit diesem in die Höhe. Zur Erklärung einer zweiten, von Kühn beobachteten Empfänglichkeitsepoche dient dieselbe Voraussetzung, daß der Pilz eines bestimmten Nährmaterials, das sich in der Form jugendlichen, kräftig vegetirenden Pflanzengewebes darstellt, zur Entwicklung bedarf.

*) Beitr. z. Morph. u. Phys. d. Pilze, II. Reihe 1866, S. 35.

wir auf dem Kartoffelacker in den meisten Fällen einige Exemplare, welche ihre im Verhältniß zum Mycel dickwandigeren Sporenäste endlich aus den grünen, oberirdischen Theilen heraussenden und neue Knospen erzeugen. Ist um diese Zeit die Witterung der Entwicklung der Phytophthora günstig, so werden diese einzelnen Pflanzen Infectionsheerde, welche alsbald ganze Felder anstecken können.

Dabei kann es dann vorkommen, daß bei länger dauerndem Winde aus einer bestimmten Richtung die Sporangien von einem höher gelegenen, kranken

---

Aeltere Blätter mit ihrem an Stickstoff, Kali u. s. w. ärmeren Zellinhalte und ihren kalkreicheren Wandungen bieten so wenig, wie ältere Stengel günstige Entwicklungsbedingungen für den Pilz; dieselben werden aber um so reichlicher vorhanden sein, je mehr eine Pflanze noch junge Triebe entfaltet. Je mehr aber eine Pflanze der Reife sich nähert, desto geringer ist das Wachsthum, also auch die Neubildung von Zweigen, desto mehr wandert die erarbeitete Stärke nach den Knollen hinab. Der Reifezustand tritt um so schneller ein, je mehr Wärme und Licht die oberirdischen Pflanzentheile empfangen; ebenso begünstigt der in der warmen Jahreszeit trockene Boden das Reifen.

Wenn nun in der Vegetationszeit der Kartoffel starke Regengüsse eintreten und die Pflanze in neue Wachsthumsenergie versetzen, so wird sich dieselbe bei den verschiedenen Pflanzen verschieden äußern.

Die früh gelegten Knollen haben Triebe, deren Spitzenwachsthum fast erloschen und deren Gewebe mit Ausnahme der Augen fast gänzlich in Dauergewebe übergegangen ist. Die Stauden waren schon der Reife nahe und ihre Triebe sind mehr oder weniger bereits zur Erde geneigt. Der Druck des nun plötzlich in großen Mengen neu aufgenommenen Bodenwassers wirkt auf diejenigen Augen am stärksten, die der Vertikalen am nächsten liegen und wir sehen nun an der Basis der niederliegenden, älteren Zweige eine Menge Augen sich zu neuen Trieben entfalten. Diese jungen Triebe sind ein prächtiger Heerd für die Phytophthora, die nun große Verwüstungen anrichten kann.

In anderer Weise wirkt die Regenperiode auf die weniger reifen Stauden spät gelegter Knollen. Die Triebe sind noch in kräftigster Vegetation und ihre im Längenwachsthum noch begriffenen Spitzen, welche durch ihre fortgesetzten Neubildungen die Strömung des plastischen und des Wurzelsaftes nach ihrem Vegetationskegel hin beibehalten haben, verwenden den neu erhöhten Wurzeldruck zwar auch zu gesteigerter Neubildung; hier wachsen aber die Spitzen der alten Triebe weiter. Der Wasserdruck wirkt eben hier in der ganzen Länge der entwickelten Triebe, macht deren gesammtes Gewebe turgescenter und regt die Lebensthätigkeit der ganzen Pflanze, nicht mehr einzelner Augen, an. Die erneute Wachsthumsenergie äußert sich daher bei der großen Vertheilungsfläche auf die ganze Pflanze in viel geringerem Grade durch reichliche Neubildungen.

Bei spät gelegten Knollen werden sich also die vorhandenen Triebe verlängern, sowie sich die angelegten Knollen vergrößern werden; bei früh gelegten, fast reifen Stauden wirkt der Wasserdruck auf die Seitenaugen, und es bilden sich in Folge dessen neue oberirdische Zweige und viele unterirdische Zweige an den Knollen, d. h. Puppen. Der Pilz sucht den besten Vegetationsheerd, also die jugendlichen Theile am meisten, und auf diese Weise leiden die fast abgereiften, durch plötzlichen Regen verjüngten Stauden früh gelegter Knollen mehr, als die in der Entwicklung weniger weit fortgeschrittenen, späten oder spät gelegten, frühen Sorten.

Felde in Massen nach einem tiefer gelegenen geführt werden und, wenn sie dort günstige Keimbedingungen finden, plötzlich die Krankheit erzeugen, während das erste Feld, auf dem die Sporangien entstanden sind, weit weniger ergriffen wird. Unter solchen Umständen kann ein Regen die plötzlich vom Winde auf einen Kartoffelacker geführten Sporangien zu den Knollen hinabspülen und dort die Krankheit erzeugen, während das Kraut wenig krank erscheint. Hierbei mag ein direkter Versuch erwähnt werden, den Kühn im Jahre 1864 ausgeführt hat.[1]) Eine Anzahl früh-, mittel- und spätreifer Sorten wurde in 2 Fuß entfernten Reihen von 100′ Länge angebaut, deren Richtung von Norden nach Süden verlief und auf deren südlicher Hälfte das Kraut am Boden abgeschnitten wurde, sowie die erste Spur der Krankheit wahrnehmbar geworden. Das Abschneiden erfolgte bei allen Sorten gleichzeitig (am 3. August).

Die nördliche Hälfte der gesammten Versuchsreihen behielt ihren Blattapparat, der, je nach der Empfänglichkeit der Sorten, sehr ungleichzeitig, bei allen aber bis zur Erntezeit (Mitte Oktober) durch den Pilz zerstört wurde. (Nur Heiligenstädter und Erdbeerrothaugen hatten noch einige grüne Blätter.) Diejenige Hälfte des Versuchsackers, welche bei den allerersten Spuren der Krankheit entlaubt worden war, zeigte aber viel mehr kranke Knollen als die belaubt gebliebene, was sich eigentlich nur durch die Annahme erklären läßt, daß zahlreiche Sporen von der belaubten Parzelle auf die entlaubte hingeweht worden sind.

Ueber den Schutz, den die deckende Erdschicht zu verleihen im Stande ist, liegen neuere Versuche von Jensen[2]) vor. Eine 3--5″ hohe Erdschicht über den Knollen zur Zeit des Auftretens der ersten Blattflecken schützt vollkommen vor Erkrankung. Jede Lockerung der Schutzdecke erhöht die Gefahr der Ansteckung. Bei sandigem Boden soll bereits eine 1,5″ hohe Schicht genügen, um die Pilzsporen abzuhalten und eine 5″ hohe Erdschicht gewährt den Knollen einen vollkommenen Schutz. Unter einer Erdlage von 1,5″ Höhe erkrankten von 225 mit sporenhaltigem Wasser begossenen Knollen 104 Stück, während unter 4zölliger Bodendecke blos 9 Stück krank wurden. Wie de Bary fand auch Jensen, daß das überwinternde Mycel die Krankheit verbreite und die Ausdehnung der Erkrankung nicht von der Menge des Regenfalls, sondern von der Menge der im Frühjahr gelegten, kranken Knollen abhänge, obwohl selbstverständlich regnerisches Wetter unter sonst gleichen Umständen die Entwicklung der Krankheit befördern wird.

Ausführlicher werden die Jensen'schen Versuche in der durch reiche Literaturangaben ausgezeichneten Arbeit von Eriksson[3]) wiedergegeben. Es

---

[1]) Im angeführten Berichte, S. 82.

[2]) Plowright: Mr. Jensen and the potato disease, cit. Bot. Centralbl. 1883, Bd. XV, S. 380.

[3]) Jakob Eriksson: Om Potatissjukan dess Historia och Natur samt skyddsmedlen deremot. Stockholm 1884.

finden sich dort Angaben über den Einfluß der Temperatur auf die Ausbildung der Pilzconidien. Bei 25 ° C. konnten dieselben sich nicht entwickeln, dagegen erschienen sie bei 23,7 ° C. nach 3¾ Tagen, bei 22,5 ° nach 2⅓ Tg., bei 17,5 ° nach 3⅙ Tg., bei 15 ° nach 5 Tg., bei 12,5 ° nach 10 Tg., bei 10 ° nach 13 Tg., bei 7,5 ° nach 16 Tg.; bei 5 ° C. wurde keine Conidienbildung, sondern nur eine sehr langsame Entwicklung des Mycels (in 108 Tg.) gefunden. Bei 1,5 ° C. bilden sich weder Conidien noch Mycel.

Der Vortheil eines Erwärmens der Knollen geht aus einer 1883 ausgeführten Versuchsreihe hervor:

| Datum. | Temperatur. | Erwärmt. Zahl der eingebrachten kranken Knollen. | Erwärmt. davon entwickelten Conidien. | nicht erwärmt. Zahl der kranken Knollen. | nicht erwärmt. davon entwickelten Conidien. |
|---|---|---|---|---|---|
| 8. Juni . . . . | 41,6—42,5 | 13 | 0 | 13 | 13 |
| 30. Juni . . . . | 40,7—41,2 | 70 | 0 | 70 | 70 |
| 19. August . . . | 42,9—43,6 | 25 | 0 | 25 | 25 |
| 1. September . | 41,2—41,9 | 20 | 0 | 10 | 7 |
| 17. September . | 44,4—46,2 | 32 | 0 | 10 | 9 |
| 11. Oktober . . . | 40,6—41,2 | 25 | 0 | 25 | 25 |

Daraus ergiebt sich, daß, wenn die kranken Knollen einer Temperatur von 40—50 ° C. ausgesetzt werden, sich keine Conidien mehr entwickeln, also das Mycel wahrscheinlich getödtet ist. Für die Verwerthung dieser Ergebnisse in der Praxis schlägt Jensen vor, die völlig abgetrockneten Knollen in einen Blechcylinder zu schütten und diesen in einem Gefäß mit Wasser von 48 bis 56 ° C. etwa 4 Stunden stehen zu lassen. Nach dieser Zeit werden die Knollen an einen trocknen Ort leicht aufgeschüttet, bis sie auskeimen und gelegt werden können. Die angewärmten Knollen keimten früher und besser.

Aus dem bisher Erwähnten ist ersichtlich, welche bedeutende und schnelle Ausbreitung die Krankheit erlangen, mit welcher Leichtigkeit eine Ansteckung der unterirdischen Organe von den oberirdischen aus geschehen kann und mit welcher Sicherheit die Krankheitsursache von einem Jahre in das andere hinübergebracht wird, selbst wenn wir von einer durch Delius[1]) aufgestellten Hypo-

---

[1]) Delius (Zeitschrift des landw. Centralvereins der Provinz Sachsen 1870, S. 92) beobachtete, daß die Kartoffeln der kleinen Leute häufig mehr an Fäule litten, als die seinigen, obgleich bisweilen sogar das Saatgut von ihm eingetauscht worden war. Als wesentliche Ursache dieser Erscheinung sieht Delius das Verfahren der Leute an, die Kartoffeln, unter denen sicherlich kranke sind, noch zu verfüttern. Es liege dann die Möglichkeit sehr nahe, daß Pilzsporen unzerstört durch den Darmkanal in den Mist und von da auf den Acker gelangen. Dasselbe geschieht durch Einstreuen von Kartoffellaub in Ställen und das Ausfahren dieses Düngers auf Kartoffeläcker. Demgemäß empfiehlt es sich, die Kartoffeln zum Futter stets zu kochen und, wo möglich, das Kartoffellaub und faule Kartoffeln gleich auf den Composthaufen zu bringen und diesen Compost später auf die Wiesen zu fahren.

diese ganz absehen, daß auch der Dünger keimfähige Sporen unter Umständen auf das Feld bringt, und wenn wir gänzlich unbeachtet lassen, daß auch die Phytophthora infestans noch andere Verbreitungs- und Ueberwinterungsorgane in der Form von Oosporen haben muß, die bis jetzt noch gar nicht aufgefunden worden sind.

Zwar ist in den Jahren 1875 und 76 von englischer Seite die Behauptung mit großer Hartnäckigkeit vertheidigt worden, daß die Eisporen der Phytophthora endlich entdeckt seien; es haben jedoch die deutschen Untersuchungen erwiesen, daß die Angaben auf Irrthum beruhen.

Derjenige, welcher die Frage über die Dauerspore der Phytophthora in Fluß brachte, war W. G. Smith, welcher in kranken Kartoffelblättern sporenähnliche Körper von zweierlei Größe fand. Die einen waren durchsichtig und genau von der Größe der Blattzellen und die andern dunkler, netzförmig gezeichnet und weit kleiner. Die größeren Gebilde sah Smith für Oosporen, die kleineren für Antheridien an.[1]) Daraufhin erschienen die Untersuchungsergebnisse von de Bary, der von der Royal Agricultural Society schon 1874 eine Summe von 100 Pfd. Sterling zur Verfügung gestellt bekommen hatte zu dem Zwecke, die Untersuchungen über die Lebensverhältnisse des Kartoffelpilzes wieder aufzunehmen.[2]) In diesem Berichte, welcher in Englands botanischen Kreisen zu vielen Discussionen Veranlassung gab, erklärt de Bary, daß er seit 15 Jahren alle Theile kranker Kartoffelpflanzen, auch selbst Blüthen und Früchte untersucht habe, aber niemals Oosporen habe finden können.[3]) Legte er mycelhaltige Knollen in Wasser, so schickte zwar das Mycel in das Wasser zahlreiche Zweige, welche dieselben Eigenthümlichkeiten zeigten, wie die Luftäste, auch theilweis in den nicht abfallenden Sporangien Zoosporen bildeten, aber eine Oosporenbildung war nicht zu beobachten. Mit dem Fauligwerden des Nährgewebes ging auch der Pilz zu Grunde. Bei Versuchsreihen mit geimpften Knollen, die in Töpfen zur Triebentwicklung kommen gelassen wurden, fand sich in den schon stark zusammengefallenen Mutterknollen ein Pilz, welcher im Innern der Zellen Oosporen bildete. An Fäden, welche weniger dick als das gewöhnliche Phytophthora-Mycel waren, aber von dickeren Fäden entsprangen, entstanden kurzgestielte oder mit breiter Basis an der Seite der Fäden aufsitzende, kugelige Oogonien; auf demselben Mycelzweige erschien ein keulenförmiges Antheridium, welches sich dem Oogon anlegte. Der Pilz war das früher bereits erwähnte Pythium vexans, dessen Oogonien nach mehrtägiger Aufbewahrung in feuchter Luft bei der Aussaat Zoosporen bildeten. Die Zoosporen trieben ihre Keimschläuche durchaus nicht in lebendes Gewebe des Kartoffelblattes. Es ist deshalb dieser Pilz sowenig, wie der von G. W. Smith beobachtete oder der früher genannte Artotrogus hydnosporus mit der Phytophthora in Zusammenhang zu bringen.

Smith ist trotz dieser Erklärung bei seiner Behauptung stehen geblieben und andere englische Botaniker wie Berkeley haben sich ihm angeschlossen.[4])

---

[1]) W. G. Smith: The resting-spores of the Potato disease. Gardeners Chronicle, July 1875; s. auch The monthly microscopical journal, Vol. XIV 1875 und Quarterly Journal of microscopical science, Lond. 1875 etc.

[2]) Bot. Jahresber. f. 1874, S. 242.

[3]) A. de Bary: Researches into the nature of the potato-fungus, Phytophthora infestans. Journal of Botany 1876, s. Bot. Jahresber. 1876, S. 135.

[4]) Gard. Chronicle 1876, S. 402, 403, 436, 472.

## Versuche zur Bekämpfung der Krankheit.

Man muß nach den Angaben de Bary's die schon mehrfach geäußerte Meinung wieder in Erwägung ziehen, daß die Eisporen des Pilzes auf einer andern Nährpflanze vorkommen. Bisher ist der Pilz auf angebauten Solanum-Arten und spärlich auf dem einheimischen Bittersüß (Solanum Dulcamara) beobachtet worden, sonst auf keinem einzigen einheimischen Nachtschattengewächse; Berkeley behauptet, den Pilz auf einer neuholländischen Scrophulariacee, nämlich Anthocercis viscosa gesehen zu haben und demgemäß lag es nahe, die einheimischen Scrophulariaceen nach der Phytophthora zu durchsuchen. Die Resultate waren negativ. In neuerer Zeit ist der Pilz wieder auf einer ausländischen Gattung derselben Familie, nämlich dem aus Chili stammenden Schizanthus Grahami gefunden worden, hat jedoch hier ebensowenig wie in den früheren Fällen Oosporen gezeigt. Vielleicht werden die Nachforschungen im Vaterlande der Kartoffel später zu günstigeren Resultaten führen.

Es ist übrigens für die Praxis zunächst ohne Bedeutung, wo die Oosporen gebildet werden, da die Thatsache leider da ist, daß der Pilz sich reichlichst durch die Knospenform verbreitet und in den Knollen sein Mycel über Winter schadlos durchbringt.

An diese Thatsachen haben sich alle Versuche zu halten, die zur Bekämpfung der Krankheit in Aussicht genommen werden; denn leider haben wir immer noch von der Zukunft die bestimmten Mittel gegen die Krankheit zu erhoffen, da sie die Gegenwart noch nicht zu bieten im Stande ist.

Daß die allerverschiedenartigsten Versuche zur Bekämpfung der Krankheit schon angestellt worden und daß die landwirthschaftlichen Akademien und Versuchsstationen seit dem Jahre 1862 im Auftrage des Preußischen Ministeriums für landwirthschaftliche Angelegenheiten mit der Auffindung von Mitteln sich längere Zeit beschäftigt haben, darf als bekannt vorausgesetzt werden. Ausführliche Angaben darüber enthalten die Berichte der Centralcommission für das agrikulturchemische Versuchswesen, in den Monatsheften der Annalen der Landwirthschaft Bd. XLIV, XLIX und LVII.

Die sämmtlichen Untersuchungen sollten zunächst neben der Wiederholung der Speerschneider'schen Impfversuche sich auf das Auffinden von Mitteln erstrecken, welche den Pilz zu tödten im Stande wären, ohne der Nährpflanze schädlich zu sein. Meistentheils wandte man sich dabei der Samenbeize oder der Beimengung von pilzfeindlichen Stoffen zum Boden zu und die in den Jahren 1864/65 gemachten Versuche ergaben, daß es durch Zusatz von Quecksilbersublimat und arsenikfaurem Kali zu dem Kartoffelboden gelungen ist, die Krankheit zu verhüten. Kupfervitriol, Aetzkalk, Schwefel und Gips hatten keine oder doch nur sehr zweifelhafte Wirkung. Selbst wenn fortgesetzte Versuche eine Bestätigung der Wirksamkeit obiger Mittel feststellen sollten, schließt

der hohe Kostenpunkt derselben doch jede Anwendung im Großen aus. Eine neue Variante dieser Versuche ist in späteren Jahren in dem Sjösten'schen Verfahren aufgetreten. Dasselbe besteht im Wesentlichen in der Anwendung von Petroleum, das in einem Gemisch von Kohlenlösche und Kalk in und auf den Acker gebracht werden soll. Das Verfahren hat sich nicht bewährt. Direkte Einwirkung von reinem Petroleum auf die Knollen hat, wie ich mich mehrfach durch Versuche überzeugte, die neuen Wurzeln derselben vernichtet und allerdings auch das Auskeimen der Pilzsporen verhindert.

Von anderer Seite wurde, gestützt auf die Erfahrung, daß Schwefeln des Laubes den Weinpilz vernichte, auch das Bestreuen des kranken Kartoffellaubes mit Schwefel als wirksam empfohlen. Kühn, der in seinem Werke über Pflanzenkrankheiten sich auch noch der Hoffnung hingiebt, daß Schwefeln möglicherweise günstig wirken könne, hat später selbst durch direkte Versuche die Wirkungslosigkeit dieses Mittels nachgewiesen.

Nachdem die Erfahrung fester begründet worden, daß die Krankheit des Laubes in den meisten Fällen die Infection der Knollen hervorruft, sagte man sich, daß das Entfernen des Blattkörpers zur Zeit des ersten Auftretens der Krankheit ein Rettungsmittel für die Knolle sein müsse. Man wurde aber durch vielseitige Erfahrung gar bald belehrt, daß das Entlauben häufig den Schaden vergrößere. Erstens zeigten die entlaubten Parzellen einen sehr großen Prozentsatz an Kranken, was durch die Infection von anderen Feldern sehr leicht erklärlich; zweitens reduzirte sich aber auch die Ernte ihrer Qualität nach etwa auf zwei Dritttheile des Stärkegehaltes der nicht entlaubten Parzellen.

Nur in dem einen Falle läßt sich ein günstiges Resultat erwarten, daß während der Zeit, in der die Kartoffeläcker entlaubt stehen, eine derart günstige Witterung eintritt, daß die Pilzvegetation sistirt ist und bleibt; dann bleibt auch das neugebildete Laub gesund, vollendet seine Entwicklung und bringt dadurch bis zum Herbst auch die Knollen zu genügendem Stärkegehalte. Bei dem unsicheren Eintreten so günstiger Umstände einerseits und bei der immerhin vorhandenen Möglichkeit einer starken Erkrankung andererseits hat dieses Verfahren keinen Eingang finden können, trotzdem einzelne Versuche (Hoffmann) günstige Resultate geliefert haben.

Um nur ein Beispiel von den übereinstimmenden vielen zu erwähnen, wie stark eine frühzeitige Entlaubung den Knollenertrag beeinflußt, sei hier der Versuche von Hellriegel gedacht. Derselbe fand einen Minderertrag

bei 10 Wochen nach der Aussaat eintretender Entlaubung von 74 %
„ 14½ „ „ „ „ „ „ „ 53 „
„ 17 „ „ „ „ „ „ „ 29 „
„ 18 „ „ „ „ „ „ „ 19½ „

im Verhältniß zur Ernte von belaubten Pflanzen. Der Knollenansatz war zwar nicht gehindert, aber die Knollen blieben klein und stärkearm.[1])

Geleitet von der Idee, daß die Krankheit der Kartoffel durch ungünstige Bodenmischung bedingt sei, indem der Ueberschuß oder Mangel einzelner Nährstoffe die Pflanze zu abnormer Entwicklung bringe, wurde auch eine außerordentlich große Anzahl von Düngungsversuchen neben solchen Versuchen eingeleitet, die durch Beimischung von Desinfectionsmitteln bezweckten, die Sporen auf ihrem Wege zu tödten.

Liebig, der die geeignete Düngung als ein Palliativmittel gegen die Krankheit ansah, empfahl die Zuführung stickstoffreicher Phosphate zum Kartoffelboden. Aus den Versuchen von Karmrodt, Fraas u. A. ergiebt sich aber, daß solche Düngung vielfach die Ausbreitung der Krankheit begünstigt. — In ähnlicher Auffassung versucht George Ville[2]) im Moniteur universel (vom 7. April 1868) den Nachweis zu führen, daß die Kartoffelkrankheit an Kalimangel und Ueberschuß von Stickstoff geknüpft sei. Ville empfiehlt daher als vollkommenen Dünger pro Hectar 400 kg sauren phosphorsauren Kalk, 200 kg salpetersaures Kali, 300 kg salpetersaures Natron, 400 kg schwefelsauren Kalk. Aehnliche Normaldünger sollten auch die Mittel gegen Krankheiten der Zuckerrüben, des Maulbeerbaumes und der davon abgeleiteten Krankheit der Seidenraupen abgeben. Wenn man bedenkt, wie verschiedenes Nährstoffmaterial die einzelnen Bodenarten vorräthig enthalten und wie bei Nährstoffreichthum im Boden die Ernte von so vielen anderen Faktoren, wie Lage, Untergrund, physikalischer Zusammensetzung der Ackerkrume 2c. abhängig ist, wird man die vollständige Nutzlosigkeit solcher Normalrecepte einsehen. Es ist ganz richtig, daß eine normale Ernährung ein vortrefflicher Krankheitsschutz ist; allein solches normale Wachsthum läßt sich nicht durch Düngung in allen Fällen herstellen.

Auch die neuerdings von Märcker für Kartoffeln, die im frischen Stalldung gebaut werden, empfohlene Normaldüngung will uns kein großes Vertrauen einflößen. Märcker empfiehlt[3]) zu einer Stalldüngung von 36 bis 40 000 kg pro Hectar einen Zusatz von 200 kg Baker-Guano Superphosphat oder sonstigen Superphosphaten in äquivalenter Menge und von 100 bis 150 kg Chilisalpeter. Die Idee, in der chemischen Constitution der Pflanze die erste Veranlassung zur Krankheit zu suchen, ist zu naheliegend, als daß sie nicht schon viel früher zum Ausdruck gelangt sein sollte. Schon wenige Jahre nach Ausbruch der Krankheit und Entdeckung der Phytophthora, die damals als Botrytis Solani beschrieben wurde, brachte Unger[4]), der den Pilz

---

[1]) Neue landw. Zeit. von Fühling 1871. Heft VIII, S. 635.

[2]) Landw. Annal. des mecklenburg. patriot. Vereins 1868, Nr. 22.

[3]) Märcker: Ueber die Anwendung künstlicher Düngemittel für Kartoffeln. Landw. Jahrbücher Bd. IX (1880), Heft 3.

[4]) Unger: Botanische Beobachtungen. 1847, S. 313.

gut studirte, die Ueberzeugung zum Ausdruck, daß nicht die Infection durch den Pilz, „sondern eine zu große Vermehrung stickstoffhaltiger Substanzen im Parenchyme sowohl des ober- als des unterirdischen Theiles der Kartoffelpflanze den Krankheitserscheinungen der an derselben beobachteten Seuche zum Grunde liegt.“ Unger vermuthet eine zu große Salpetersäure oder Ammoniakbildung der Luft. Er ist auch geneigt, in dem allmählich bei den Kultursorten überhand nehmenden Mangel der Fruchtbildung einen prädisponirenden Faktor für die Krankheit zu sehen, indem die in der Pflanze gespeicherten, bei der Samenbildung zur Verwendung bestimmten, stickstoffhaltigen Bestandtheile im vegetativen Körper verbleiben und dadurch eine leichtere Zersetzbarkeit des Zellinhaltes hervorrufen. Die Praxis behauptet vielfach, daß eine erhöhte Stickstoffzufuhr die Kartoffelkrankheit begünstige; auch die Zusammenstellung neuerer Feldversuche, die 4 Jahre hindurch in der Provinz Sachsen ausgeführt wurden, kommt zu dem Schlusse, daß in einzelnen Fällen eine starke und späte Stickstoffdüngung eine Begünstigung der Krankheit hervorrufe; in anderen Fällen überwog jedoch der Einfluß der Bodenbeschaffenheit und der Feuchtigkeit. Ich glaube auch, daß, je mehr Stickstoff in der Form von Amiden anstatt von Eiweißstoffen auftritt, desto leichter erkrankbar werden die Knollen sein. Feuchte Jahre, starke Düngung u. dgl. können wohl die Gesammtquantität erhöhen, aber erniedrigen die relative Trockensubstanz der Knolle. Nach Kellner's[1]) Versuchen verringerte sich mit dem steigenden Trockensubstanzgehalte der Knolle die Menge des Gesammtstickstoffs, während der Eiweißgehalt relativ und absolut sich vermehrte, also der Amidstickstoff bedeutend sank. Märcker's Analysen[2]) zeigen, daß durch Düngung mit Kalisalzen der Stickstoffgehalt der Knollentrockensubstanz bedeutend steigt, der prozentische Stärkegehalt aber herabgedrückt, die Knolle somit im Zustand größerer Unreife erhalten bleibt. Es spricht dafür der Umstand, daß ohne Kalidüngung 26,5 % vom Gesammtstickstoff als amidartige Verbindungen sich nachweisen ließen, mit Kalidüngung aber zu 49,2 % vorhanden waren. Lawes und Gilbert[3]) fanden auch in kranken Knollen einen höheren Stickstoffgehalt in der Trockensubstanz, als in gesunden; ganz besonders reich war der centrale Theil der kranken Knollen. Der Saft aus dem gebräunten (also vom Pilz durchwucherten Gewebe) war aber gegenüber dem aus dem noch weißen Theile der Knolle entnommenen Safte bedeutend stickstoffärmer, so daß man sieht, welche Menge Stickstoff der Pilz selbst wegnimmt.

Wir haben solchen Hypothesen darum hier Raum gegeben, weil wir zeigen wollten, daß das Bedürfniß von jeher nach einem energischen und systemati-

---

[1]) Kellner: Untersuchungen über den Gehalt der grünen Pflanzen an Eiweißstoffen ꝛc. Landw. Jahrb. 1879, I. Supplementsheft, S. 243 ff.

[2]) Märcker: Kalidüngung bei Kartoffeln, cit. Biedermann's Centralbl. 1884, S. 608.

[3]) Bot. Jahresber. 1879, I, S. 285.

schen Mitarbeiten der Chemie an dem Studium der Pflanzenkrankheiten herausgefühlt worden ist. Gewiß werden uns vergleichende, zahlreiche Analysen gesunder und kranker Exemplare einmal einen Einblick nicht blos in die durch Parasiten hervorgerufenen Zersetzungserscheinungen des Pflanzenkörpers gewähren, sondern auch die Zustände gesunder Pflanzen präcisiren, welche die Erscheinung veranlassen, daß manchmal mitten unter gesunden Gewächsen einzelne erkranken und umgekehrt auf kranken Feldern vereinzelte Exemplare lange gesund bleiben. Erst dann werden wir von rationeller Düngung als Vorbaumittel gegen Krankheiten sprechen können, da wir dann auch erkannt haben werden, welche Zustände überhaupt durch die Düngung zu regeln möglich sind und welche von andern Faktoren abhängen.

### Prädisposition.

Von wesentlichem Einflusse auf die Ernte sowohl in qualitativer als quantitativer Beziehung zeigt sich die Kartoffelvarietät, welche zum Anbau gewählt wird. Die verschiedenen Varietäten besitzen auch eine verschiedene Neigung zum Erkranken. Ich kam schon früher durch ziemlich lange Zeit fortgesetzte Versuche[1]) zur Bestätigung der von vielen Praktikern ausgesprochenen Erfahrung, daß die dünnschaligen, weißen Sorten eine größere Neigung zum Erkranken zeigen, als die dickschaligen, rothen Varietäten[2]). Die weißen Sorten sind aber durchschnittlich stärkeärmer als die rothen; sie besitzen mehr Proteïnkrystalle[3]) und wahrscheinlich mehr gelöste Kohlenhydrate als die rothen, welche dagegen häufig mehr und stärker verdickte Bastzellen (Steinzellen) in der Knollenrinde aufzuweisen haben. Daraus geht hervor, daß eine Varietät nicht nur gestaltlich, sondern auch stofflich von einer anderen abweicht. Wenn die Erfahrung lehrt, daß die Phytophthora nur bestimmte Sorten ganz besonders heimsucht, so heißt das nichts anderes, als daß der Schmarotzer in diesen Sorten einen besonders zusagenden Nährboden findet. Insofern läßt sich also sagen, eine Sorte ist mehr prädisponirt zur Krankheit[4]). Da nun die

---

[1]) „Kartoffeluntersuchungen" in: Neue landw. Zeit. von Fühling. 20. Jahrg. Heft 7 und 8.

[2]) Noch näher festzustellen ist eine von Fish (Gardener's Chronicle 1873, Nr. 12, S. 403) ausgesprochene Erfahrung, daß eine Kartoffelsorte um so zarter, je weniger gefärbt dieselbe ist. Diese Beziehung zwischen Farbe und Kräftigkeit soll sich auch auf das Kraut beziehen. Je matter grün das Kraut, desto weniger lebenskräftig die Pflanze. Pflanzen, die fast schwarzgrünes Laub haben, sollen der Krankheit am besten widerstehen. Bei andern Pflanzen habe ich allerdings auch beobachtet, daß lockerer, stickstoffarmer, aber wasserreicher Boden helles und weniger widerstandsfähiges Laub erzeugt.

[3]) Sorauer: Annalen d. Landw. in d. Preuß. Staaten. Wochenbl. 1871, Nr. 8.

[4]) Fischer v. Waldheim ist der Ansicht, daß ein überreicher Kohlenstoffgehalt der Nährpflanzen die Ursache von Pilzepidemien unter denselben sei (Mykolog. Berichte von Hoffmann 1870. II, S. 71.)

Kultur durch die theils absichtlich, theils absichtslos alljährlich geänderten Vegetationsbedingungen immer neue Varietäten schafft, überhaupt die Varietätenbildung begünstigt, so erzeugt sie allerdings vielfach solche Sorten, welche dem Pilze eine recht zusagende Unterlage abgeben und in Folge dessen fast überall erkranken. Auf solche Thatsachen stützen sich diejenigen, welche behaupten, die Kultur schaffe eine Prädisposition zur Krankheit. Diese Behauptung ist aber sehr einseitig. Daß wir die einzelnen Vegetationsfaktoren in ihrem Einflusse auf die Kulturpflanze noch nicht genügend zu regeln verstehen und bald einen Mangel, bald einen Ueberschuß des einen Faktors haben, der sich nachher im Produkte, in der Kulturpflanze, abspiegelt und dieselbe unter Umständen für Krankheiten empfänglicher macht, das ist ein Vorwurf, der nicht der Kultur, sondern der Unkultur, unserem mangelhaften Wissen gemacht werden muß.

Wir sehen eine Pflanze nach einem bestimmten, angeerbten Bildungsgesetze sich entwickeln. Diesem Gesetze zu Folge zeigt die Pflanze immer wieder in der neuen Generation im Wesentlichen dieselben Formen und Haupteigenschaften. Eine Anzahl Eigenschaften bleibt aber nur so lange constant, als die Wachsthumsbedingungen dieselben bleiben. Mit veränderten Standorts- und Ernährungsverhältnissen werden nun einzelne Eigenschaften durch andere ersetzt, und auf diese Weise wird die Kulturpflanze, der es beschieden ist, in kurzen Zeiträumen Boden- und Lagenverhältnisse zu wechseln, theilweis selbst der Ausdruck der Vegetationsbedingungen. Wir erhalten z. B. eine sehr mehlreiche Kartoffelsorte aus trockner, sandiger Gegend. Unser Kartoffelboden ist schwer und die Witterung mehrere Jahre hinter einander naß. In den ersten Jahren ernten wir noch ziemlich gute Knollen; denn die durch die früheren Lebensverhältnisse bedingten Eigenschaften haben mit den Jahren eine gewisse Constanz und Erblichkeit erhalten. Von Jahr zu Jahr aber machen sich die veränderten Wachsthumsbedingungen mehr geltend und die Kartoffel wird schliefig, wässerig oder seifig. Die Sorte wird um so später seifig werden, je trocknere Jahrgänge wir haben und je älter die Sorte selbst ist, d. h. je mehr die uns nützlichen Eigenschaften Festigkeit erlangt haben. Da die Festigkeit der Sorte, d. h. die Unveränderlichkeit einer Anzahl Eigenschaften um so größer ist, je größer die Anzahl von Generationen, die sie in denselben Vegetationsbedingungen verbracht hat, so werden einige Sorten sehr schwer, andere sehr leicht sich den veränderten Lebensbedingungen anpassen. Dieses Anpassen nennt man häufig degeneriren, als gleichbedeutend mit verschlechtern.

Eine Degeneration im Sinne einer zunehmenden Verschlechterung durch Altersschwäche ꝛc. existirt nicht, wohl aber eine durch die Kultur hervorgebrachte große Variabilität, vermöge welcher es jetzt leicht wird, bestimmte Eigenschaften zu ändern. Wenn ein weiterer Fortschritt der Wissenschaft noch klarer und umfassender uns den Einfluß jedes einzelnen Faktors des Pflanzen-

lebens auf den pflanzlichen Organismus gelehrt haben wird, wenn wir dadurch noch besser gelernt haben werden, durch überlegte Aenderung der einzelnen Faktoren das Entwicklungsgesetz der Pflanze nach gewünschten Richtungen hin zu dirigiren, dann wird die Klage über eine Degeneration der Kulturpflanzen verstummen. Die Kulturpflanzen sind wie Wachs, das in der Hand durch Kneten warm und weich geworden ist und jetzt mit größerer Leichtigkeit sich formen läßt; es fehlt uns zur Erlangung der gewünschten Form nur an Geschicklichkeit und Werkzeug.

Auch bei der Kartoffel werden wir mit der Zeit lernen, widerstandsfähige Varietäten zu züchten und zu erhalten. Der einzig sichere, wenn auch sehr lange Weg hierzu ist das Studium der Lebensbedürfnisse der Kartoffel auf dem Wege der Wasser- und Sandkulturen. Bevor wir durch diesen rein wissenschaftlichen Weg zu Resultaten gelangen, sind wir angewiesen, durch Feldversuche den Einfluß der einzelnen Vegetationsbedingungen auf die Ausbildung der Kartoffel annähernd zu erforschen.

Von diesem Gesichtspunkte aus wurden von dem Verfasser die obenerwähnten Kartoffeluntersuchungen unternommen. Sie wurden ausgeführt, indem dieselben Sorten in sowohl nach ihrem spezifischen als absoluten Gewichte bestimmten Knollen auf gedüngtes und ungedüngtes Land, bald in Gräben, bald auf Wälle gelegt wurden.

Die Resultate weisen darauf hin, daß wir, abgesehen von den atmosphärischen Einflüssen, vorzugsweise in der Kultur den Faktor haben, welcher sich in der Ernte wiederspiegelt. Die Kultur hat in den verschiedenen Kartoffelvarietäten ein Saatgut geschaffen, das in zwei Gruppen annähernd zusammengefaßt werden kann. Die eine Gruppe enthält die weißen und blauen Knollen, die andere die rothschaligen Sorten. Die Gruppen gehen unmerklich in einander über und die Unterscheidungszeichen gelten nur im Allgemeinen. Sie bestehen für die weißen Varietäten in einer dünneren Korkschale, einem geringeren Stärkereichthum, einer größeren Empfänglichkeit für die Krankheit und einem größeren Anpassungsvermögen für tiefe Lage im Gegensatz zu den rothschaligen Sorten.

Beide Sorten verhalten sich gleich zur Düngung; sie bringen ein bedeutend größeres Erntequantum im gedüngten als im ungedüngten Boden, und bei Hügelkultur produziren sie mehr, als in Gräben. Mit der hohen Lage wächst der Knollenansatz und die Größe derselben; dagegen fällt der relative Stärkereichthum der Gesammternte ebenso, wie durch die Düngung, weil durch Düngung und hohe Lage die Zahl der unreifen Knollen wächst. Man kann sich diesen Umstand vielleicht dadurch erklären, daß man annimmt, die hochliegenden Knollen sind dem wechselnden Einfluß der Atmosphäre mehr erreichbar; es wird z. B. eine größere Trockenheit einen schnelleren Verlust der Elasticität der Zellwände bewirken; die Knolle wird schneller relativ reif. Später

eintretende Feuchtigkeit wird bei erneuter Belebung des Saftzuflusses nach den Vegetationsheerden keine wesentliche Dehnung der schon gebildeten Knollen hervorbringen, sondern aus den Augen des Tragfadens oder der Knolle selbst eine neue Knollenbildung veranlassen; es entsteht erneuter Knollenansatz oder Puppenbildung. Die auf diese Weise spät angesetzten Knollen erlangen bei dem allgemeinen Vegetationsabschlusse im Herbste nachher nicht mehr den vollen Reifegrad. Bei tieferer Knollenlage und gleichmäßigerer Feuchtigkeit bleibt die Dehnbarkeit der Zellwände länger erhalten; es bilden sich weniger neue Knollen, aber die schon angesetzten wachsen länger und reifen vollkommener und dies erklärt, daß sich die spezifisch schwersten Knollen einer Sorte in ungedüngten Gräben der Versuchsparzellen fanden.

Der Verlust an Dehnbarkeit der Zellwände dokumentirt sich auch an der Schale der Knollen. Folgt auf frühe Trockenheit oder vorgeschrittenen Reifezustand eine neue, beschleunigte Thätigkeit des Korkcambiums, ein Ausdehnen der ganzen Knolle, so kann die Schale nicht mehr nachgeben; sie reißt, bildet schorfartige Blättchen, während neue Korkzellen unterhalb der alten entstehen. Bei durchwachsenen Knollen ist daher oft die Mutterknolle rauh, während die Kindel glattschalig sind. Die dünnere, glattere Schale ist aber in den meisten Fällen ein Zeichen stärkeärmerer Sorten oder stärkeärmerer Zustände von sonst spezifisch schweren Sorten. Wir wissen, daß jüngere Organe eiweißreicher sind, als ältere; bei den stärkeärmeren Sorten habe ich einen größeren Gehalt an Eiweißkrystallen gefunden und aus diesen beiden Thatsachen schließe ich, daß die dünnere Korkschale eine eiweißreichere, und wie ich glaube gummireichere, stärkeärmere Knolle im Allgemeinen anzeigt.

Es ist ferner in den Versuchen gezeigt worden, daß die kranken Knollen etwas dünnschaliger sind als die gesunden und daß die weißen (also durchschnittlich dünnschaligeren) Varietäten von der Krankheit mehr zu leiden haben, als die rothen Varietäten; dies legt die Vermuthung nahe, daß die dünnere Schale und der größere Eiweißgehalt der Knolle einen *empfänglicheren Mutterboden* für die Krankheit abgeben. Frische Düngung verzögert ebenfalls das Reifen.

Um der Krankheit auszuweichen, dürfte es daher nach obigen Versuchen gerathen erscheinen, die Kartoffeln in hoher Lage auf abgetragenem Lande (das sonst kräftig ist) zu bauen. Bis zu einem gewissen Grade wird der dadurch hervorgebrachte Verlust an Quantität durch die Qualität ersetzt. Obgleich es für das Erntequantum wahrscheinlich gleichgültig ist, ob wir sehr kleine oder aber wenigere, sehr große Knollen (entsprechend weiter) legen, so wird sich wohl das Legen von Mittelknollen (40—60 g schwer) empfehlen, da die Durchschnittsgröße der geernteten Knollen von der Größe des Saatgutes abhängig ist. Sehr kleines Saatgut giebt kleinere Stauden und vorwiegend kleinere Knollen.

Von derselben Ansicht ausgehend, daß es durch die Kultur in unsere Hand

theilweis gegeben, der Krankheit entgegen zu arbeiten, hat Gühlich eine Anbaumethode empfohlen, die nach ihm den Namen erhalten hat. Gühlich giebt den Rath, bestimmte Sorten auf gedüngten Hügeln mit der knospenreichen Spitze nach unten derart zu legen, daß für jede Knolle ein Bodenraum von 12 Quadratfuß zur Ausdehnung bleibt. Die Stöcke sind zeitig und mehrfach zu behäufeln. Gühlich behauptet, dadurch die größte Ernte von einer gewissen Bodenfläche zu erzielen und die Knollen gegen die Krankheit zu schützen. Beides hat sich als irrig erwiesen. (Vergl. darüber die sehr ausführliche Arbeit von Kühn: Berichte aus dem phys. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle 1872.) Die Resultate Kühn's betreffs der Gühlich'schen Methode kann der Verfasser bestätigen, obgleich er die der Methode zu Grunde liegenden Ideen als vortheilhaft anerkennt.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Pythium de Baryanum (nach Hesse), m verästeltes Mycel mit kugeligen Endanschwellungen in verschiedenen Stadien; x die zuerst entstehende Querwand; f die später entstehende Querwand; a kugelige Endzelle im Anfange der Ausstülpung mit noch unverdickter Membran; b Zoosporangium, dessen plasmatischer Inhalt gänzlich durch den Fortsatz in die Blase v gewandert und zu Zoosporen z bereits zerfallen ist; zz freigewordene Zoospore mit dem halbmondförmigen hellen Fleck, von dessem Rande eine Wimper entspringt; p Pollinodium, dessen Befruchtungsfortsatz s durch die Membran des Oogoniums o hindurchgewachsen und durch eine dünne Zone wässriger Flüssigkeit hindurch die Befruchtungskugel oo bereits erreicht hat; 1. y fertige Oospore mit der doppelt contourirten Membran og des Oogoniums. Die Oospore zeigt ein geschichtetes Epispor ep und ein einfaches Endospor; g eine im Mycelfaden gebildete Zwischenzelle.

Fig. 2 nach de Bary. Terminales Oogonium von Pythium Artotrogus (Artotrogus hydnosporus Mont.) mit noch nicht ganz ausgereifter Oospore osp im stacheligen Oogonium og.

Fig. 3 nach de Bary. a ein unter Wasser entwickelter Conidienträger von Phytophthora omnivora dBy auf dem Blattrand von Clarkia; b Oospore derselben Abkunft mit Conidienbildung am Ende des Keimschlauches; sp Zoosporangium.

Fig. 4. Kartoffelblatt von Phytophthora infestans befallen; k die z. Th. weißlich umrandeten, bereits durch den Pilz getödteten Blattstellen.

Fig. 5. Ein Zoosporangien tragendes Büschel, das aus dem Blattinnern hervorbricht; f die spindelförmig angeschwollenen Astglieder; sp die Sporangien; h die Basidie.

Fig. 6. Cystopus candidus. h die keulige Basidie; sp ein Zoosporangium.

Fig. 7. Zoosporangien von Phytophthora infestans, welche wie einfache Conidien keimen. sp das Zoosporangium, welches seinen Keimschlauch zu einem Mycel m entwickelt; sp' Zoosporangium, welches eine secundäre Conidie c bildet.

Fig. 8. Zoosporangien; a läßt den Inhalt bereits zerklüftet in einzelne Zoosporenportionen erkennen; b Zoosporangium im Augenblick der Entleerung, zg Zoosporen.

Fig. 9. Keimende Zoosporen z, deren angeschwollener Keimschlauch k Cuticula und Epidermiswandungen bereits durchbohrt hat.

Fig. 10 u. 11. Befruchtungsvorgang nach de Bary bei Peronospora Alsinearum Casp. a Antheridium; sch Befruchtungsfortsatz; og Oogonium; von dem Aste h des Mycels m bereits durch eine Querwand getrennt, p die Oosphäre, o hellere, wässerige Plasmapartie, osp die Oospore.

## Baumsämlingstödter. (Phytophthora omnivora[1]) dBy.)

Im strikten Gegensatze zu Ph. infestans, die auf einen engbegrenzten Kreis von Nährpflanzen angewiesen, ergreift und vernichtet die vorstehende Art Pflanzen aus den verschiedensten Familien; daher ist der von de Bary gewählte Name an Stelle der unten angegebenen, von früheren Autoren nach speziellen Nährpflanzen gewählten Bezeichnungen charakteristischer. Unter den durch den Pilz geschädigten Pflanzen nehmen an Wichtigkeit die Sämlinge verschiedener Holzgewächse den ersten Platz ein. Das Studium der hier hervorgebrachten Krankheiten verdanken wir R. Hartig[2]), der die Störungen zuerst an Sämlingen der Rothbuche wahrnahm und als „Buchenkeimlingskrankheit" beschrieb. In demselben Jahre 1875 veröffentlichte auch Schenk seine Beobachtungen über denselben aber an Sempervivum gefundenen Pilz, und früher schon hatten Lebert und Cohn[3]) eine Fäulniß der Cactusstämme (Cereus giganteus und Melocactus nigrotomentosus) studirt, bei der sie den verursachenden Pilz Peronospora Cactorum nannten. Derselbe ist nach de Bary's Impfversuchen identisch mit der vorliegenden Phytophthora, welche von dem letztgenannten Forscher in den Jahren 1878 und 1879 an Cleome violacea, Alonsoa caulialata, Schizanthus pinnatus, Gilia capitata, Fagopyrum marginatum und tataricum und besonders an Clarkia elegans beobachtet wurde. Unter den Holzgewächsen ergreift der Schmarotzer auch noch die Sämlinge der Fichte (Picea excelsa), Kiefer (Pinus silvestris, Laricio, Strobus), Lärche (Larix europaea)

---

[1]) Syn. Peronospora Fagi Htg., Phytophthora Fagi Htg., Peronospora Sempervivi Schenk, Peron. Cactorum, Leb. et Cohn.

[2]) Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institute 1880, S. 33—57. Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882, S. 42.

[3]) Cohn: Beiträge zur Biologie. I, S. 51.

und Tanne (Abies pectinata), sowie des Ahorns (Acer platanoides und Pseudoplatanus). Bei den Buchen erscheint das Uebel jedesmal, wenn nach einem Buchensamenjahre reichlich Büschel von jungen Sämlingen sich einfinden und es wird in dem Maße gefährlicher, als die Regenmengen in den Monaten Mai und Juni wachsen.

An den Buchenkeimlingen äußert sich die Krankheit dadurch, daß entweder schon im Boden ein Schwarzwerden von dem Würzelchen aus stattfindet oder erst nach Entfaltung der Samenlappen sich mißfarbige Flecke an verschiedenen Stellen zeigen. Eine dauernd feuchte, namentlich warme Witterung und schattiger Standort lassen die Pflänzchen schnell in sich zusammensinken; eine trockne Zeit macht sie rothbraun und trocken. Ahornkeimlinge, bei denen man oft von der Ansatzstelle der Samenlappen aus tiefschwarze Striche am Stengel auf- und abwärts sich erstrecken sieht, können manchmal die Krankheit überstehen, wenn nur die Stengelspitze befallen erscheint; ist dagegen die Basalgegend mehr ergriffen, wird der Tod fast unvermeidlich.

Was die Krankheit gefährlich macht, ist die leichte Verbreitung, die von einem Heerde in den Saatbeeten centrifugal fortschreitet oder zu beiden Seiten eines begangenen Fußsteiges sich schnell fortpflanzt. In inficirten Saatbeeten sah Hartig die Krankheit in den nächsten Jahren immer intensiver auftreten.

Der Parasit muß von einem Jahre auf das andere durch die im Erdboden überwinternden Oosporen übertragen werden. Das Mycel ist im Gewebe der Samenlappen meist intercellular und sendet nur kleine, rundliche Haustorien in die Zellen, deren Stärkekörner in Folge dessen bald verschwinden und deren plasmatischer Inhalt abstirbt. Die Conidienäste durchbrechen die Oberhaut; ihre Spitze schwillt zu einem citronenförmigen, an der Spitze papillenartig ausgezogenen, kurz gestielten Zoosporangium (Taf. VII, Fig. 3 a) an, nach dessen Abschnürung der Ast sich verlängert und einen neuen Knospenapparat bildet. Unter Wasser kann dieser Prozeß sich mehrfach wiederholen. Das abgeschnürte Glied entwickelt sich nicht nur zu einem Zoosporangium, sondern kann auch als einfache Conidie keimen und entweder seinen Inhalt in eine secundäre Conidie übertragen oder direkt seinen Keimschlauch in die Epidermiszellen einbohren. Bei den Schwärmsporen, die nicht selten innerhalb der Kapsel sich bewegen und durch die Seitenwände ihre Keimschläuche hindurchbohren, falls sie nicht durch die aufgelöste Sporangienspitze ihren Ausweg finden, beobachtet man, daß die Keimschläuche besonders gern dort die Epidermiszellen durchbrechen, wo zwei Zellen aneinanderstoßen. Schon 3—4 Tage nach der Impfung kann die inficirte Stelle neue Knospen entwickeln und auf diese Weise die Krankheit in den Monaten Mai bis Juli übertragen.

Die intercellular im Blattparenchym sich bildenden Oosporen entstehen an der Spitze kurzer Mycelzweige durch Einwirkung der theils von besonderen Zweigen ausgehenden oder am Grunde des Oogons hervorsprossenden Anthe-

ridien, deren Befruchtungsfortsatz bis an die Oosphäre vordringt und einen Theil des Antheridieninhaltes in die Eikugel leitet. In den Wurzeln der Coniferenkeimlinge trifft man die Oosporen sowohl im Rindenparenchym als auch im Innern der Tracheïden, in denen sich die Pilzfrüchte mit ihrer Gestalt dem langgestreckten Raume anpassen und länglich werden. Erde von einem erkrankten Buchensämlingsbeete wurde in Wasser angerührt und inficirte nach 4 Jahren noch junge Pflänzchen. Die Keimung der Oosporen beschreibt de Bary bei Exemplaren von Clarkia.[1]) Im Wasser schwillt die Oospore auf; ihr Epispor berstet und es tritt ein Keimschlauch heraus, der zum unverzweigten Conidienträger wird (Taf. VII, Fig. 3 b). In der Conidie bilden sich Schwärmsporen. Eine andere Keimung wurde nicht beobachtet und es bleibt auch bemerkenswerth, daß junge Clarkiapflänzchen in die nächste Berührung mit dem Keimschlauch der Oospore gebracht, nicht inficirt wurden. Die Keimschläuche drangen nicht ein, sondern gingen zu Grunde.

Befallene Saatbeete werden deshalb nicht mehr für Aussaaten, wohl aber zur Verschulung zu benutzen sein. Der befallene Bestand wird von jeder Beschattung zu befreien sein; außerdem sind die kranken oder schon gestorbenen Exemplare sorgfältig zu entfernen; tägliche Revision der Saatbeete ist nothwendig.

Aus den Untersuchungsergebnissen von de Bary ist hervorzuheben, daß der durch gesteigerte Wasserzufuhr in seiner Entwicklung auffallend begünstigt erscheinende, ja im Wasser gradezu am besten gedeihende Pilz auch Saprophyt sein kann und auf zersetztem, thierischem Gewebe sich ebenfalls entwickelt. Außerdem ist bemerkenswerth, daß der in der Wahl seiner Nährpflanzen wenig beschränkte Schmarotzer nicht auf allen Oosporen entwickelt. Mindestens sind solche nur in Clarkia und Gilia angetroffen worden, während bei Cleome, Alonsoa, Schizanthus und Fagopyrum nur Mycel mit Conidienbildung sich vorfand. Vielleicht verhält sich die verwandte Ph. infestans ähnlich. Die Infectionsversuche zwecks Erweiterung der Kenntniß der Wirthspflanzen ergaben eine vollkommene Immunität der Kartoffel und auch des Liebesapfels gegen diesen Schmarotzer. Dagegen wurden Lepidium sativum, Oenothera biennis, Epilobium roseum[2]) und auch die der Kartoffel näher stehende Salpiglossis sinuata schnell inficirt. Ebenso zeigten Aussaaten von Zoosporen des auf Clarkia gewachsenen Pilzes auf Laubrosetten und Blüthenstände von Sempervivum durch baldiges Erkranken der Nährpflanzen die Identität des Schmarotzers mit der Schenk'schen Peronospora Sempervivi. In die derbe Epidermis der Laubblätter konnten allerdings die Keimschläuche der Zoosporen nicht eindringen, dagegen wohl in die Oberhaut zarter Blüthenstengel. Die

---

[1]) Zur Kenntniß der Peronosporeen. Bot. Zeit. 1887, S. 593.

[2]) Die Peronospora Epilobii Rab. ist verschieden von dem besprochenen Schmarotzer und nach de Bary anscheinend der Per. viticola am nächsten stehend.

Laubblätter aber erkranken wiederum leicht durch Einwandern des Pilzes von Wundstellen aus. Aehnliche erfolgreiche Aussaatversuche auf Buchenlaub, sowie auf junge Zweige von Cereus speciosissimus und C. peruvianus heben jeden Zweifel daran, daß auf allen den genannten, verschiedenen Nährpflanzen derselbe Pilz seine Zerstörungen anrichtet. Die für die Buchensämlinge angegebenen Vorsichtsmaßregeln gelten auch für die übrigen bedrohten Pflanzen.

## Mehlthauschimmel (falsche Mehlthau) des Weinstocks.

(Peronospora viticola de By.[1])

Die zahlreichsten Parasiten unter den Phycomyceten enthält unstreitig die Gattung Peronospora, welche sich von Phytophthora nur durch die einzeln an den Zweigspitzen entstehenden Knospen oder Knospenkapseln unterscheidet. Die Knospenträger stellen verzweigte, zierliche Bäumchen dar, welche meist in kleinen Büscheln aus den Spaltöffnungen der befallenen Organe hervorwachsen. Diese Büschel erscheinen bei ihrer stattlichen Anzahl dem bloßen Auge als Schimmelrasen von weißlicher, grauer oder violettbrauner Farbe. Das Auftreten der Peronospora hat nicht immer sofort das Absterben des Pflanzentheiles zur Folge; manchmal erhält sich dieser noch lange in einem bleichen, gedunsenen Zustande, der sich bis zur Hypertrophie und Verkrümmung steigern kann. Gewöhnlich treten dann in derartigen Blättern oder Blüthenachsen die Oosporen des Pilzes auf. Die Mehrzahl der Arten bewohnt krautartige Pflanzen; nur eine, erst unlängst aus Amerika herübergekommene Art ist ein Feind der Holzpflanzen und zwar ist dies die in der Ueberschrift genannte Art.

Durch die Einwanderung und schnell erfolgende Ausbreitung des Parasiten in Weinbau treibenden Gegenden ist eine außerordentlich reiche Literatur entstanden: die folgende Darstellung stützt sich z. Th. auf offizielle Berichte, namentlich auch die von Prillieux[2]), der von der französischen Regierung zum Studium der Krankheit beauftragt war. Schon im Jahre 1873 machte Cornu[3]) darauf aufmerksam, daß bei der durch die Phylloxera-Plage hervorgerufenen, bedeutenden Einfuhr amerikanischer Reben die Gefahr einer Ein-

[1]) Annal. d. sc. nat. IV Ser. t. XX. 1863, S. 125, No. 40. Botrytis cana Herb. Schwz. sec. Farlow (Bull. of the Bussey institution. 1876).

[2]) Prillieux: Le Peronospora viticola dans le Vendomois et la Touraine. Extrait du Journal d. l. Soc. centrale d'Hortic. de France. III. Ser. t. 2. 1880. Rapport à Mr. le ministre de l'agriculture. Paris 31. Dez. 1881, abgedruckt im Journal officiel de la Republique française 1882, 9. Januar.

Prillieux: Le Peronospora de la vigne (Mildew des Americains), Annales de l'institut national agronomique, No. 4, III. année. Paris 1881.

Roumeguère: La question du Peronospora de la Vigne. Revue mycol. IV 1882, No. 13, cit. Bot. Centralbl. 1882, Nr. 29, S. 93.

[3]) Études sur la nouvelle maladie de la vigne dans les Mémoires présentés par divers savants à l'Académie des sciences. t. XXII, No. 6.

schleppung der in Amerika häufigen Krankheit (grape-vine mildew) sehr nahe liege. Nach G. Farlow[1]) findet sich nämlich der Mehlthauschimmel auf fast allen amerikanischen Rebensorten, sowohl auf denjenigen mit behaarter Blattunterseite, wie Vitis aestivalis Mchx., V. Labrusca L., V. vulpina L., als auch auf den schwachbehaarten V. cordifolia Mchx. und V. vinifera L.; auf die letztere Art ist er wenigstens leicht übertragbar. In den Weststaaten ist der Pilz noch unbekannt, dagegen scheint er im ganzen Osten der vereinigten Staaten bis zu den Rocky-Mountains verbreitet zu sein.

Im Jahre 1877 trat nach einer von v. Thümen erwähnten Angabe Frank's der erste Fall in Europa und zwar in Werschetz in Ungarn auf.[2]) Im folgenden Jahre constatirte Planchon, der den Pilz in Amerika kennen gelernt hatte, dessen Vorkommen in mehreren Lokalitäten des südwestlichen Frankreichs an der Sorte Jaquez, die reichlich bei uns bereits verbreitet ist. Das Jahr 1879 zeigte den Parasiten schon in weiterer Ausdehnung. Planchon meldete ihn aus dem Departement der Rhone[3]) und Baisset aus Yenne in Savoyen[4]), während auch bereits durch Pirotta[5]) aus Italien die Meldung kam, daß der Schmarotzer bei Voghera in der Provinz Pavia aufgetreten sei. Ein Jahr später constatirte ihn Prillieux im Arrondissement von Vendôme (Loire et Cher) und in Touraine in der unmittelbaren Umgebung der Stadt Tours, sowie in Mettray (Indre-et-Loire). Gleichzeitig fand sich die Krankheit in Algier ein; im Jahre 1881 constatirte sie Gennadius vom 11. bis 13. Juli in Griechenland[6]). Im Jahre 1882 kam die Anzeige ihres Erscheinens aus dem Elsaß.

Das erste Auftreten der Krankheit macht sich dem bloßen Auge durch Erscheinen von verschieden großen, weißlichen Schimmelflecken meist auf der Blattunterseite in der Nähe der Nerven kenntlich. Die Blattoberseite erscheint an den befallenen Stellen gelblich bis roth. Allmählich werden die kranken Stellen trocken und die Blätter fangen an, sich zu kräuseln, vertrocknen unter Bräunung auch wohl vom Rande her und fallen ab. Das Auftreten und die Zerstörung durch den Pilz gehen in der Regel sehr schnell vor sich; aber ebenso schnell steht die Krankheit unter günstigen Umständen auch still. Je nach dem Zeitpunkt des Eintritts der Krankheit, die meist zwischen Ende Juni

[1]) On the American grape-vine Mildew. (Bull. of the Bussey-institution. Bot. Art. 1876, S. 415 ff.), s. Bot. Jahresber. 1876, S. 139.

[2]) Thümen: Pilze des Weinstocks. Wien 1878, S. 167, bezweifelt die Angabe Frank's (Synopsis v. Leunis 1877) und dessen Pflanzenkrankheiten erwähnen auch den Fall nicht.

[3]) Compt. rend. t. LXXXIX. 6. Oktober 1879.

[4]) Courrier Franc-Comtois 31. Oktober 1879.

[5]) Compt. rend. 27. Oktober 1879.

[6]) Gennadius: Sur le dégâts causés en Grèce par l'anthracnose et le Peronospora viticola. Compt. rend. 18. Juli 1881.

bis Anfang September erscheint, ist die Beschädigung der Rebstöcke verschieden. Prillieux sah im Jahre 1881 die Peronospora in Frankreich schon zur Blüthezeit des Weinstocks im Anfange des Monats Juni erscheinen, ja in Algier schon Mitte Mai auftreten. Zuerst litten die Amerikaner, wenige Tage später auch die französischen Reben. Bei zeitigem Eintritt und starker Verbreitung auf den Blättern werden diese in ihrer Assimilationsarbeit gestört und in Folge dessen leiden die Trauben Nahrungsmangel; sie bleiben klein und werden nothreif. Kann sich der Stock nicht mehr erholen, so leidet auch das Holz und Prillieux fand an den Stöcken im mittäglichen Frankreich, daß diejenigen, welche im Sommer von dem Mehlthauschimmel befallen gewesen, im Winter vom Frost viel stärker litten, als die nicht mit Peronospora besetzt gewesenen Reben. Bei den Rebgeländen in Nérac fand Prillieux am 8. Juni nicht blos die Blätter, sondern auch die Traubenstiele, die Blumen und jungen Fruchtknoten von dem weißen Schimmelanfluge bedeckt. Nur die jungen Beeren scheinen empfänglich und fallen ab; ältere sind nicht erkrankt beobachtet worden.

Die mikroskopische Untersuchung des weißlichen Schimmelanflugs, der ähnlich wie bei der Kartoffelkrankheit die braune, abgestorbene, centrale Stelle des befallenen Fleckes kranzartig umgiebt, besteht aus zarten, aufrechten, verästelten Conidienträgern, welche bis $^1/_2$ mm Höhe erreichen. Die Träger treten in Büscheln von 3—8 Stück aus den Spaltöffnungen des Blattes und sind nicht alle fruchtbar; die fruchtbaren entwickeln kurze, alternirende, an der Spitze dreitheilig gespaltene Aeste. Die Conidien sind oval, am Gipfel abgerundet, wohl auch etwas zugespitzt, ohne jedoch eine Papille zu bilden, glatt und farblos. Schon etwa $^3/_4$ Stunden, nachdem sie in einen Tropfen Wasser gebracht sind, entlassen sie Zoosporen (meist 6—8), welche nach einer halbstündigen, lebhaften Bewegung zur Ruhe kommen und einen Keimschlauch entwickeln, der die Epidermis durchbohrt und zu einem dicken, scheidewandlosen, stellenweis gelenkartig zusammengezogenen, intercellularen Mycel heranwächst. Nach den Abbildungen Göthes[1]) besitzen die Zoosporen zwei Wimpern, während Prillieux von einer spricht.

Die Früchte des Pilzes entstehen aus den nesterweis zwischen dem Pallisadenparenchym des Blattes zusammenliegenden, dünnwandigen Oogonien, welche im September oder Oktober in den schon gebräunten, trocken werdenden Blättern von Vitis aestivalis in Amerika zuerst von Farlow gefunden worden sind. Die reife Oospore besitzt eine dicke, glänzende Innenhaut und eine sehr dünne, helle Außenhaut. Prillieux, der den Befruchtungsprozeß und das Eindringen eines Befruchtungsfortsatzes des Antheridiums beobachtete[2]), giebt an, daß oft die Oospore auf ihrer Oberfläche Warzen, Falten oder netzartige Erhebungen

---

[1]) Ueber den falschen Mehlthau. Ampelographische Berichte 1881, S. 142.
[2]) Annales de l'institut national.

zeige; er zählte manchmal an Oosporen gegen 200 Stück pro Quadratmillimeter Blattfläche. Es geht daraus die Leichtigkeit der Vermehrung des Schmarotzers nach der Zeit der Winterruhe hervor, während die sommerliche Vermehrung in erschreckender Schnelligkeit durch die Zoosporen bewirkt wird. Die Keimung der Oosporen ist von Prillieux und auch von Farlow, dem

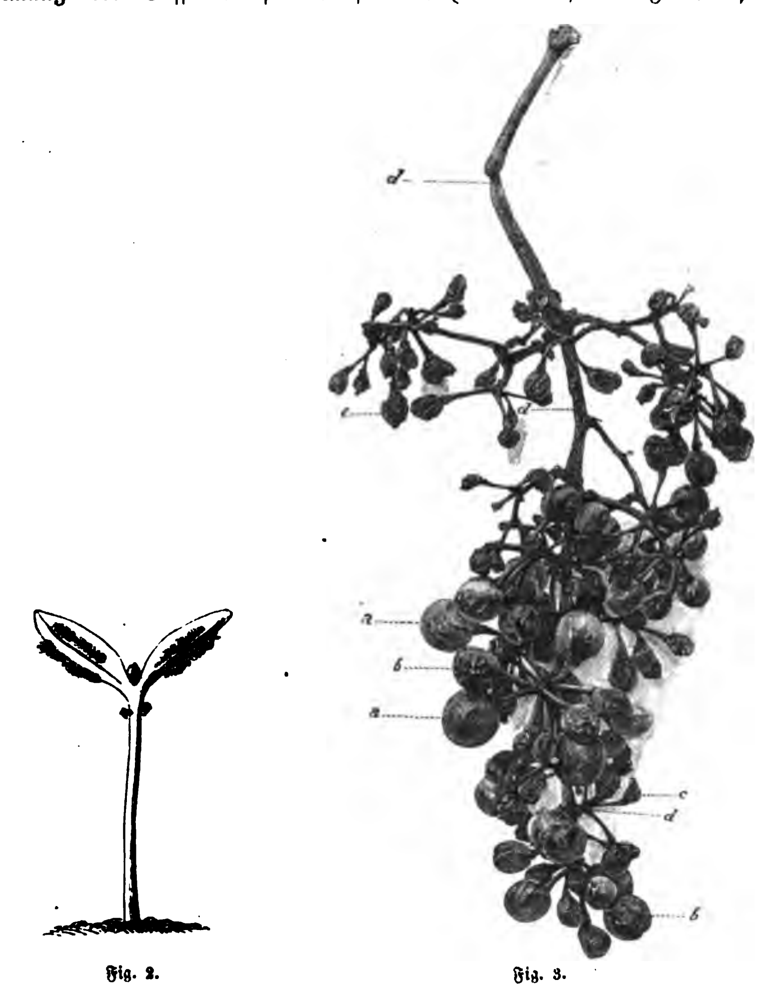


Fig. 2. Fig. 3.

wir das Studium der Krankheit in Amerika verdanken, nicht beobachtet worden. Dagegen citirt Ersterer [1]) eine Notiz aus dem Bericht der Michigan pomological Society for 1877, nach welcher die Eisporen nach ihrer Ueberwinterung Zoosporen entwickeln sollen.

[1]) a. a. O., S. 13.

Zur bessern Einsicht in den Formenkreis des Schmarotzers reproduziren wir die von Magnus[1]) veröffentlichten Zeichnungen Millardet's. Fig. 2 ist ein Weinsämling, der auf der Unterseite der Cotyledonen und dem hypocotylen Gliede mit Peronospora-Rasen bedeckt ist. Fig. 3 ist eine Traube von der Sorte Jaquez, die bei a gesunde Beeren, bei b schwachbefallene, bei c stark befallene und daher eingetrocknete Beeren zeigt. Der Traubenstiel ist bei d ebenfalls pilzkrank und eingetrocknet. Fig. 4 zeigt das Pilzgewebe zwischen den Zellen des Fruchtfleisches der vorigen Traube; a sind dünne Fäden,

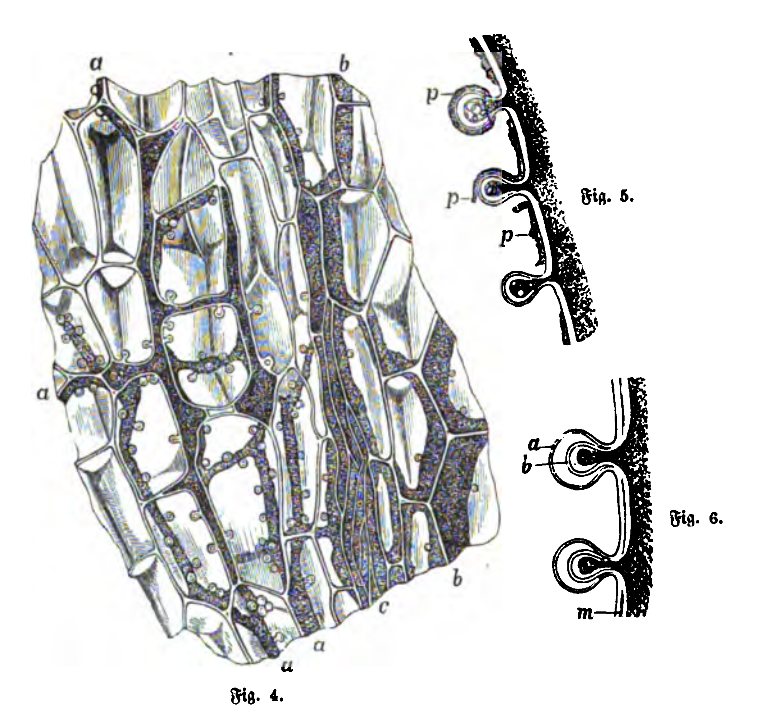



Fig. 4. Fig. 5. Fig. 6.

die viele Haustorien in die Zellen hinein senden, b sind dickere Fäden mit wenig Saugfortsätzen, c sind bereits zerstörte Zellen. Fig. 5 ist ein stark vergrößertes Stück von Pilzfaden 4a; an den Saugwarzen haftet Protoplasma aus den Zellen der Weinbeere. Fig. 6 zeigt Saugwarzen mit doppelter Membran: a und b; m ist die Grenze zwischen Zellwand und Pilzfaden. Fig. 7a ist der Querschnitt eines Weinblattes, auf dessen Unterseite frische Rasen von Peronospora hervorgebrochen sind, während bei b eine nach der Pilzentwicklung eingetrocknete Stelle des Blattes zu sehen ist. Fig. 8 zeigt ein Stück von

[1]) P. Magnus: Die neue Krankheit des Weinstocks, der falsche Mehlthau oder Mildew der Amerikaner. Wittmack's Gartenzeitung. Parey 1883, Januarheft S. 11.

7a vergrößert; man sieht ein Büschel von Conidienträgern aus der Spaltöffnung hervorbrechen; a sind abgefallene Conidien, von denen bei b eine stärker

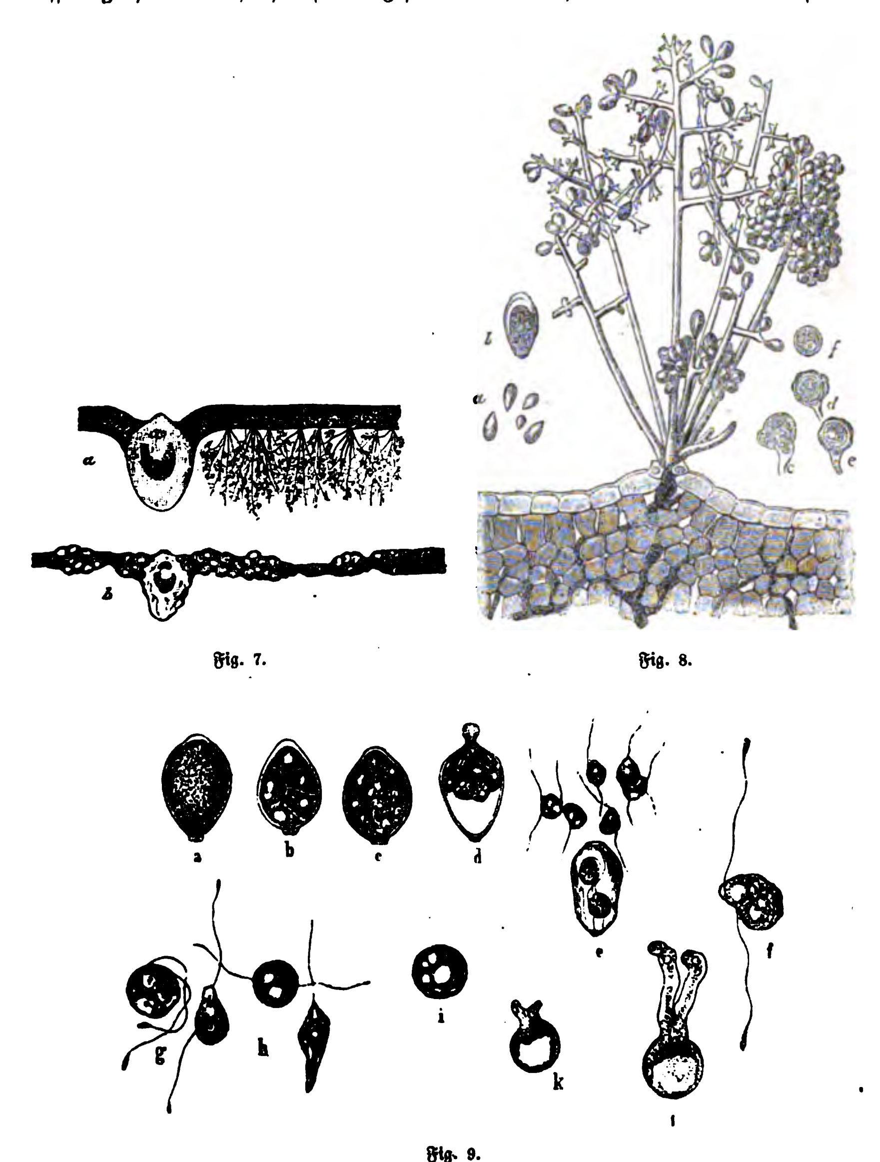



Fig. 7. Fig. 8.

Fig. 9.

vergrößert ist; c und d sind Oogonien mit anliegenden Antheridien, e ein reifes Oogonium, aus dem die Oospore f herausgeholt ist. In Fig. 9 bedeutet a eine abgefallene, in Wasser befindliche Conidie, deren Inhalt bei

b und c in einzelne Theile zerfallen ist, die eine Stunde später zu je einer bewimperten Schwärmspore werden; d und e stellen den Austritt der Schwärmsporen aus der Conidie dar; f, g, h sind einzelne Schwärmsporen, von denen i ein zur Ruhe gekommenes Individuum, k und l zwei bereits mit Keimschläuchen keimende Zoosporen darstellen. Vom Austritt der Schwärmsporen bis zu deren Keimung sind nur $3\frac{1}{2}$ Stunde nöthig gewesen.

Die einzige tröstende Aussicht auf Einhalten der einmal ausgebrochenen Krankheit gründet sich auf die Empfindlichkeit des Pilzes gegen Trockenheit. Da, wo die Luft trocken wird, ohne daß Thau oder Nebel eintreten, entleeren die Zoosporangien darstellenden Knospen gar keine Zoosporen mehr, ja das Protoplasma des Zoosporangiums zerfällt nicht einmal in die einzelnen Theile, welche bei feuchter Umgebung später zu Zoosporen werden. In Folge dieser Empfindlichkeit gegen Trockenheit sieht man auch die Krankheit zum Stillstand kommen, sobald trockenes Wetter eintritt. Selbst die Flecke, in denen das Mycel bereits reichlich entwickelt, vergrößern sich sehr langsam und (nach Prillieux) kann das Mycel der alten Blätter nicht in die Zweige eindringen, um auf diese Weise etwa junge Blätter zu erreichen. So kann sich schließlich nach einer Einwanderung des Pilzes der Stock wieder erholen, wenn die Bedingungen für die Keimung der Zoosporen ungünstig sind.

Ausgereiftes Holz greift der Schmarotzer nicht an, sondern nur immer die weichen, krautartigen Spitzen der Reben oder Blätter, Ranken und Blüthenstiele. Die vom Mycel durchzogenen Theile sterben früher oder später im Jahre ihrer Infection ab. Das Mycel überwintert nicht in der Pflanze und die Ansteckung der Stöcke muß in jedem Jahre neu erfolgen. Die Gelegenheit ist allerdings dazu durch die im trockenen Laube überwinternden Oosporen gegeben. Andrerseits ist auch ein Anwehen von Sommerknospen aus benachbarten, inficirten Gegenden nicht ausgeschlossen. Gefahr für die Kulturen erwächst aber nur bei anhaltend feuchter Witterung; denn selbst nach reichlicher Einwanderung des Pilzes im Frühjahr fand Prillieux einen vollkommenen Stillstand der Krankheit durch Trockenheit, welche im Juni eintrat. Der Parasit starb nicht, blieb aber latent in den Blättern, bis die Herbstregen ihn zu neuem Leben erweckten. Alsdann waren wieder reichlich die charakteristischen, weißlichen Schimmelkränze um die braunen Blattflecken zu constatiren.

Von den Mitteln, welche bisher zur Bekämpfung der Krankheit angewendet worden, ist nicht viel Erfolgreiches mit Sicherheit zu berichten. Das Abschneiden und Vernichten des Laubes, das in den im Jahre 1881 sehr stark heimgesuchten Weinbergen Algiers angewendet worden ist, hat keine günstigen Resultate ergeben. Der neue Ausschlag wurde wiederum befallen.

Göthe (l. c. S. 45) citirt eine Erfahrung von Pulliat[1]), nach welcher

[1]) Revue horticole 1880, S. 131.

das Schwefeln gute Dienste geleistet haben soll. Man muß annehmen, daß ein frühzeitiges und wiederholtes Schwefeln die Entwicklung der Zoosporen aufgehalten; denn dem Mycel im Innern des Blattes ist durch dieses Mittel nicht beizukommen. Es wäre also hier ein Vorbeugungsmittel für die jungen Organe, um dieselben vor Ansteckung zu bewahren. Es liegen jedoch auch bereits Erfahrungen aus Frankreich und Algier vor, nach denen das Schwefeln und auch die Anwendung von Kalk, der von S. Garavaglio besonders in Italien empfohlen worden, sich als unwirksam erwiesen haben. Ebensowenig hat das anfänglich empfohlene Waschen der Reben mit Eisensulphat (50 % Lösung) genützt[1])

Bei frühzeitig durch Frost allerdings unterbrochenen Versuchen im Kleinen sah Prillieux[2]) günstige Erfolge vom Bespritzen der Pflanzen mit einer Boraxlösung (5 g pro Liter Wasser). Bei allen Mitteln wird man berücksichtigen müssen, daß dieselben nicht nur die augenblicklich vorhandenen Pilzrasen zu zerstören haben, sondern auch wirksam bleiben müssen für die kommenden Conidienträger, welche schon am nächsten Tage im Umkreise der eben beseitigten von dem mittlerweile im Blatte weiter fortgeschrittenen Mycel durch die Spaltöffnungen herausgetrieben werden.

Jedenfalls sind zwei Arbeiten als gewiß nutzbringend in erkrankten Weinbergen sehr empfehlenswerth. Zunächst sammle man im Herbste alle trocknen Weinblätter und verbrenne dieselben, um etwa vorhandene Oosporen zu vernichten. Außerdem versuche man während des Sommers in den inficirten Bezirken dann eine Bewässerung auszuführen, sobald die in der Regel früher oder später eintretende Trockenperiode da ist. In diesem Zeitpunkt verhindert die trockne Luft die rapide Vermehrung der Peronospora und die Bewässerung des Bodens stärkt den geschwächten Stock zur Produktion neuer Blätter, die nicht blos den Trauben desselben Jahres zu Hülfe kommen, sondern auch die Holzreife für den Winter begünstigen. Obgleich in den verschiedenen Berichten und namentlich dem von Trabut[3]) erstatteten Referat der Phylloxera-Commission besonders widerstandsfähige Sorten bereits aufgeführt sind, ist hier doch von der Erwähnung derselben Abstand genommen worden, da sich die einzelnen Sorten in verschiedenen Lokalitäten verschieden verhalten werden. Wichtig aber scheint mir schließlich die Angabe Farlow's[4]), daß der Pilz für Neu-England gradezu harmlos genannt werden kann. Seine Wirkung

---

[1]) Ravizza: Sul falso oidio (Mildew) delle viti. Bull. della R. Stag. Enolog. sperim. d'Asti II. 1881. No. 1, cit. Bot. Centralbl. 1882, Nr. 29, S. 96.

[2]) Prillieux: Rapport etc. S. 118.

[3]) s. Roumeguère's Revue mycol., cit. Bot. Centralbl. 1882, Nr. 29.

[4]) Notes of some species in the third and eleventh centuries of Ellis's North American Fungi. Proceed. of the American Academy of arts and sciences. Vol. XVIII, 1883, p. 38.

kann insofern sogar als günstig bezeichnet werden, als durch die frühzeitige Entblätterung die Trauben der Septembersonne mehr ausgesetzt und zum bessern Reifen gebracht werden.

## Der Mehlthauschimmel oder falsche Mehlthau (Herzblattkrankheit) der Runkelrübe.

(Peronospora Betae, P. Schachtii[1]) Fkl.)

Wegen der landwirthschaftlichen Bedeutung der leidenden Pflanze, der Runkelrübe, sei obige Krankheit eingehender behandelt. Nach Kühn[2]) findet man die Krankheit nur an jungen, halberwachsenen Blättern, welche hellgrüne, mit welliger Oberfläche versehene Flecke bekommen. An der Unterseite dieser Flecke vorzugsweise zeigt sich der Parasit als mehlthauartiger, anfangs weißer, später blaugrauer Ueberzug. Bei intensiver Erkrankung werden die Herzblätter gänzlich befallen; sie erscheinen dann dicklich, gelbgrün, gekräuselt, klein, nestartig zusammengedrängt. Das Gewebe erscheint vom Mycel durchzogen und durch die Spaltöffnungen treten die Conidien tragenden, nach der Spitze hin verzweigten Aeste, die etwas dickwandiger als die Mycelfäden sind. Die an der Spitze der Aeste entstehenden Conidien sind oval und treiben im Wasser einen Keimschlauch, der bisweilen an der Spitze pfropfenzieherartig gewunden ist. Ihre massenhafte Ausbildung ruft die blaugraue Färbung hervor.

Bei der sichtlich zunehmenden Verbreitung des Parasiten muß man an Mittel zu dessen Bekämpfung denken. Da die Oosporen dieser Peronospora noch nicht aufgefunden, so kennt man vorläufig keine andere Ueberwinterungsweise, als die des Mycels am Kopf der Samenrübe, wie Kühn dies beobachtet hat. Die kranken Samenrüben bilden entweder gar keine oder doch sehr mangelhafte Blüthenstengel, deren untere Blätter ebenfalls mit gelblichgrünen Flecken oft behaftet sind. Die Flecke entwickeln bald Conidienträger und werden zu Infectionsheerden, indem die Conidien auf die jungen, um diese Zeit aufgelaufenen Rübenpflanzen geweht werden.

Die Ausbildung der Krankheit zur Epidemie hängt lediglich von der Witterung ab, welche um so günstiger für den Schmarotzer ist, je feuchter und wärmer sie bleibt. Bei trockner Witterung wird die Krankheit sistirt, indem die befallenen Blätter zusammentrocknen, wonach dann die aus Seitenknospen sich entwickelnden, späteren Blätter ganz gesund erscheinen.

Jedenfalls ist aber auch der Verlust der ersterkrankten Blätter für die Rübe immerhin nachtheilig. Daher muß man zunächst die Samenrüben von denjenigen Aeckern nehmen, die am wenigsten befallen waren, und im Frühjahr müssen die Rüben genau controlirt werden, um solchen, deren Herzblätter sich als erkrankt kenntlich machen, sofort den Kopf abzustechen. Selbstverständlich muß die Arbeit ausgeführt werden, bevor die erkrankten Blätter ihre Conidienträger entwickeln. Auch muß die Controle der Samenrüben wiederholt werden, um die sich später entwickelnden, kranken Blätter zu vernichten. Die abgestochenen Köpfe müssen vorsichtig vom Felde entfernt und der stehengebliebene Rübenkörper mit einem Stich Erde bedeckt werden, damit derselbe verfaule. Ebenso kurz ist übrigens das Verfahren, die erkrankten Samenrüben alsbald ganz auszuziehen und vom Felde zu entfernen.

---

[1]) P. effusa? Schacht: Krankheit der Zuckerrüben in den Miethen, cit. in Hoffmann's mykol. Berichten, Bot. Zeit. 1864.

[2]) Kühn: Der Mehlthau der Runkelrübe. Amtsblatt f. d. landw. Ver. im Königreich Sachsen 1873, Nr. 10. Bot. Zeit. 1873, S. 499.

Zeitschrift des landw. Centralv. d. Prov. Sachsen. 1872.

## Mehlthauschimmel (le meunier) der Salatpflanzen.
(Peronospora gangliformis Berk.)[1])

Für Gemüsezüchter, namentlich solche, welche Salat in Frühbeeten ziehen, hat durch die Schädigungen der letzten Jahre in Frankreich die obengenannte Krankheit eine größere Bedeutung erlangt. Cornu[2]) erzählt, daß einige Pariser Marktgärtner einen Preis von 10 000 Francs für ein Mittel ausgesetzt haben, das die Krankheit aufhebt.

Es erscheinen auf der Unterseite der Blätter bei den verschiedenen Varietäten mehr oder weniger ausgebreitete, weiße, mehlige Anflüge; das Blattgewebe bräunt sich und vertrocknet an den befallenen Stellen. Der schimmelartige Ueberzug wird durch die einzeln oder zu zwei bis drei büschelförmig aus den Spaltöffnungen hervorbrechenden, baumartig verzweigten Conidienträger hervorgerufen. Die Conidien sind breit oval mit unvollkommener Papille; sie keimen mit einem manchmal knotige Anschwellungen zeigenden Keimschlauch, bilden also nicht wie bei dem falschen Mehlthau des Weines erst Zoosporen.

Die Ausbreitung der Krankheit durch die Conidien wird noch dadurch ganz besonders erleichtert, daß eine Menge anderer Pflanzen denselben Schmarotzer beherbergt, wie z. B. das gemeine Kreuzkraut (Senecio vulgaris L.), die Ackerdistel (Cirsium arvense Scp.), die Krautdistel (Cirs. oleraceum), bei denen allerdings der Pilz in einer etwas andern Form auftritt. Er erscheint dagegen in derselben Form wie auf dem Salat auch auf dem wilden Lattich (Lactuca Scariola), der Saudistel (Sonchus oleraceus L.), dem Milchlattich (Mulgedium alpinum Cass.), der Milche (Lampsana communis L.), der Cichorie (Cichorium Intybus) und oft unbemerkt unter dem Haarfilz birgt auch die Artischoke (Cynara Scolymus L.) den Schmarotzer.

Im Falle, daß keine derartigen Nährpflanzen in der Nähe der Salatbeete zu finden, wird man das Auftreten der Krankheit wohl durch die Eisporen verursacht ansehen müssen. Diese Oosporen entwickeln sich auch in den Intercellularräumen des schon vertrocknenden Gewebes; sie scheinen auf dem Salat sehr spärlich aufzutreten, dagegen sind sie bei Senecio reichlichst anzutreffen.

Die Krankheit kann auch plötzlich zum Stillstand gebracht werden bei Eintritt trockner Witterung, welche ein Weiterwachsen des Mycels im Blatte und damit eine Neuproduktion von Conidienträgern im Umfange des Krankheitsheerdes verhindert; das bereits vorhandene, ältere Mycel stirbt mit den Flecken, die es gebildet. Diese offenen Schäden sind aber nicht immer die gefährlichsten; vielmehr haben sich in Paris bei den Gemüsegärtnern die verkappten Infectionen als die schädigendsten Krankheitsformen erwiesen. Wenn nämlich ein größerer Theil der Pflanze von dem mit länglich eiförmigen Saugwarzen versehenen Mycel durchzogen, sind in der Regel die Conidien tragenden Aeste spärlich entwickelt und nur die bleiche Oberfläche des Blattes macht das unbewaffnete Auge auf die Krankheit aufmerksam. Derartige Blätter vertrocknen nicht, sondern erweichen unter Bräunung, was im Winter an den äußeren Blättern zu bemerken ist. Bei dem Versenden von frühem Salat werden sich derartige, unbemerkte Infectionsstellen am gefährlichsten erweisen, da der Pilz während der Reise in der Verpackung seine Zerstörungen zu Tage treten läßt. Der Käufer reklamirt und schreibt die Schädigung einer sorglosen Verpackung zu.

Die jungen, befallenen Pflänzchen, welche außer durch ihre bleiche Farbe auch durch ihren verlängerten, schmächtigeren Wuchs auffallen, werden bald-

[1]) Botrytis ganglioniformis Berk., Bremia lactucae Reg., Botrytis geminata Ung.

[2]) Cornu: Maladie des Laitues nommée le Meunier. Compt. rend. 18. November 1878.

möglichst zu entfernen, die andern zu piquiren sein. Jedenfalls ist es dabei gut, daß man aus Beeten, in denen Pflanzen erkrankt waren, alle Blattreste u. dergl. entfernt, um eine Verschleppung der Conidien zu vermeiden. Soweit es die Kultur gestattet, wird man das Lüften und das dadurch fast unvermeidliche Verwehen der Conidien möglichst beschränken müssen. Cornu[1]) räth auch an, die einzelnen Fenster des befallenen Frühbeetkastens, die zu 4 oder 8 in der Regel zusammenhängen, von einander zu separiren, um die Uebertragung des Mehlthauschimmels von einem Fenster auf das andere zu vermeiden. Ob das von demselben Autor empfohlene Bewässern der Pflanzen ausschließlich vom Boden aus und das gänzliche Vermeiden des Ueberbrausens der Pflanzen bei den Praktikern Eingang finden wird, möchte ich bezweifeln, da man keine so gleichmäßige feuchte „gespannte“ Luft, welche den Salat zart erhält, durch Bodenfeuchtigkeit allein erzielen kann. Daß man Kästen, in denen die Krankheit sich gezeigt, nur dann wieder mit Salat bepflanzen wird, wenn man neue Erde aufgebracht und alle alten Reste beseitigt hat, ist eigentlich selbstverständlich. Hervorheben muß ich schließlich aber noch eine Thatsache. Ich sah sehr gute Erfolge einmal eintreten durch weites Piquiren in neue, warme Kästen; die Pflänzchen wurden gespritzt, die Kästen lange geschlossen gehalten und zwar ohne Schatten. In der Mittagszeit wurde gelüftet, wobei die befallenen Blätter abtrockneten. Sobald einige neue Blätter gebildet, wurde mit verdünnter Dunglösung gegossen, wodurch die Pflanzen ungemein üppig wurden und dem Pilze gleichsam aus den Fingern wuchsen.

**Mehlthauschimmel der Rosen.** (Peronospora sparsa Berk.)

Vorläufig ist dieser Schmarotzer nur als eine drohende, aber bisher noch nicht eingetretene, allgemeine Gefahr zu betrachten, da er nur spärlich bis jetzt vorgekommen ist. Eine Notiz über das Erscheinen des Schmarotzers in der Umgegend von Berlin hat Wittmack[2]) veröffentlicht. In einer Rosentreiberei in Lichtenberg war die Krankheit im zweiten Jahre bereits heftiger als im ersten Jahre aufgetreten und ein großer Theil der Rosen war in Folge dessen dadurch zu Grunde gegangen. Ich selbst erhielt den Pilz aus Pankow bei Berlin und erfuhr, daß er die Treibsorten sehr schädige und schon im Frühjahr entblättere. Ob die Stöcke eingegangen, habe ich nicht in Erfahrung gebracht. Wittmack giebt als äußere Kennzeichen der Krankheit das Erscheinen schwarzbrauner oder schwarzpurpurner Flecke auf der Oberseite an, welche mit dem zunehmenden Älter in der Mitte gelbbraun und mißfarbig werden. Die Flecke treten meist zu beiden Seiten der Nerven auf. Die Conidienträger

---

[1]) Cornu: Maladies des plantes determinées par le Peronospora. Essai de traitement, application au Meunier des Laitues. Compt. rend. 9. Dec. 1878.

[2]) Sitzungsberichte der Ges. naturforsch. Freunde zu Berlin vom 19. Juni 1877.

bilden einen grauen, flaumigen Anflug auf der Blattunterseite. Die oberhalb sich dichotom theilenden, steifen Knospenträger entwickeln an den haarfein sich zuspitzenden, am Ende etwas hakenförmig gekrümmten, letzten Verzweigungen Knospen von kugeliger Gestalt. Nur selten kommen ellipsoidische Formen vor, wie sie der erste Entdecker des Pilzes, Berkeley, angiebt (Cooke, Handbook of British Fungi 1871, S. 597); ebenso wenig konnte Wittmack eine Kräuselung der Blätter wahrnehmen, wohl aber ein isolirtes Abfallen der einzelnen erkrankten Blättchen von ihren Stielen. Die Conidien keimen durch einen Keimschlauch, entwickeln also keine Zoosporen. Der bisher nur in Gewächshäusern sich zeigende Pilz wird in seiner Verbreitung wohl am besten zu beschränken sein, wenn man, so oft es geht, lüftet und das Bespritzen zu vermeiden sucht, um die Entwicklung der Conidienträger und die Keimung der Knospen durch die trockne Luft zu verlangsamen oder aufzuheben.

**Mehlthauschimmel der Zwiebeln.** (Peronospora Schleideniana Ung.)[1])

Die Krankheit ist einer besondern Erwähnung werth wegen des Schadens, den sie unter den Speisezwiebeln anrichten kann. Die Pflanzen erhalten ein blasses, oft weißliches Ansehen und darauf erscheinen braune, sehr kleine, staubartig feine Punkte; dabei können einzelne Stellen des Blattes oder Schaftes erweichen oder auch dürr werden. Wenn die todten Stellen sehr groß werden, stirbt der darüberliegende Endtheil des Blattes ab. Häufig kommt es nicht so weit, da bei trockner Witterung die Krankheit plötzlich sistirt wird. Bei einem Falle in Bernstadt in Schlesien erschien die Krankheit schon im April auf Samenzwiebeln und trat im Juni auf den stärkeren Exemplaren der Steckzwiebeln auf, bei denen fleckweise die Spitzen der Blätter schon bis 10 cm abwärts vergilbt waren.

Die feinen, staubartigen, braunen Häufchen sind die Conidienträger, die im vorliegenden Falle etwa 320 Mik. Höhe hatten, bei 140—180 Mik. Höhe sich wiederholt verästelten und auf diese Weise reich verzweigte Bäumchen mit abwechselnden, spitzwinkelig abstehenden Aesten bildeten. Durch allmähliches Erlöschen des Spitzenwachsthums der Hauptachse des monopodialen Sporenstandes, erreichen die letzten Nebenäste die Höhe der Hauptachse, die dann dichotom erscheint. Die spitz eirund oder eirund elliptischen Conidien sind 40—50 Mik. lang und mit braun violetter Membran versehen. Die auf der Epidermis zwischen den einzeln oder zu zweien aus den Spaltöffnungen hervorkommenden Conidienträgern vertheilten, farblosen, kugeligen, plasmareichen 16—20 Mik. Durchmesser haltenden Körperchen, die ich für Zoosporen anspreche, keimten mit gekrümmtem, farblosem, cylindrischem Keimschlauch; derselbe stellte sich meist senkrecht mit seiner Spitze und wächst durch die Spalt-

---

[1]) Botrytis destructor Berk.

öffnung hinein. An solchen Einwanderungsstellen erscheint das Blatt zunächst gesund; später sieht man bei genauerer Prüfung eine mattgelbliche Färbung der Oberhaut, die allmählich in den grünen Ton des gesunden Gewebes übergeht. Die Erkrankung im Freien erfolgt an ganz beliebigen Stellen des Blattes. Ein recht luftiger Standort, der Wind und Sonne schutzlos ausgesetzt ist, scheint am besten gegen die Krankheit zu schützen. Außer der Speisezwiebel (Allium Cepa) und der Winterzwiebel (A. fistulosum) leiden nicht selten auch noch wilde Arten.

**Mehlthauschimmel des Mohns.** (Peronospora arborescens de By.)[1])

Bei Aussaaten des Gartenmohns machen sich nicht selten Sämlingspflänzchen durch ihre bleiche Farbe und ihren etwas veränderten Habitus bemerkbar. Die bleichen Exemplare mit ihren ein wenig gedunsenen Blättern zeigen diese auf der Unterseite gleichmäßig grau bestäubt. Dieselben Zustände trifft man an älteren Pflanzen, an denen in manchen Jahren die noch weichen Blumenstiele stückweise ergriffen werden; später findet man in Folge dessen die harten Stengel der Mohnköpfe verkrümmt. Das bestäubte Aussehen der bleichen Pflanzentheile wird durch das massenhafte, gleichzeitige Erscheinen der zu 1—2, aus den Stengeln auch zu 3—5 Stück aus jeder Spaltöffnung hervortretenden Conidienträger des obenerwähnten Pilzes hervorgebracht. Die sparrigen, vielfach gabelig verzweigten, an ihrer Basis nicht selten etwas zwiebelartig angeschwollenen und vereinzelte Scheidewände besitzenden, durch Jod und Schwefelsäure blau werdenden Bäumchen tragen an den gekrümmten, pfriemlichen Endzweigchen kugelige, farblose, bisweilen auch spitzeiförmige Conidien; dieselben treiben auf Wasser einen Keimschlauch, dessen Spitze nicht selten blasig angeschwollen, wie zur Bildung einer secundären Conidie sich anschickend, erscheint.

Im Innern des Gewebes liegen sehr zahlreich die mit faltigem, unregelmäßigem Epispor versehenen Oosporen, welche bei dem Verfaulen der Blätter im Erdboden frei werden und sicher die Krankheit von einem Jahre auf das andere übertragen können. Bedrohlich habe ich die Peronospora nur unter Keimlingspflanzen auftreten gesehen. Unsere wilden Mohnarten (Papaver Argemone, Rhoeas und dubium) leiden ebenfalls.

**Mehlthauschimmel des Spinats.** (Peronospora effusa de By.)[2])

Dieser Schmarotzer ist durch die gleiche Ausbildung des Oogoniums und der Oospore mit dem vorigen verwandt. Sein Verbreitungsbezirk ist aber viel weiter, da er nicht nur die Pflanzen der Gattung Spinacia, sondern auch noch viele andere Chenopodiaceen aufsucht. Aehnlich wie bei dem Parasiten

---

[1]) Botrytis arborescens Berk.

[2]) Botrytis effusa Grev. B. epiphylla Pers. B. farinosa Fr.

des Mohns werden die nicht selten gänzlich durchzogenen Blätter auch bleich; dabei bemerkt man eine dicklichere, gedunsene Beschaffenheit, wobei die Ränder sich etwas unregelmäßig umrollen. Die erkrankten Stellen haben einen grauen Anflug von den vielen dichtstehenden, grau-violetten Conidien, die auf den verzweigten Trägern gebildet werden; später entstehen zahlreiche Oosporen.

**Mehlthauschimmel der Weberkarden.** (Peronospora Dipsaci Tul.)

Besonders schädlich wird der Parasit, wenn er die Deckblätter des Blüthenstandes unserer Weberkarde (Dipsacus Fullonum L.) befällt. Diese, sowie die ebenfalls heimgesuchten Wurzel- und Stengelblätter erscheinen bleich oder gelbgrün, an den erkrankten Stellen etwas fleischiger und dadurch knackender beim Bruch. Nicht selten bringt der Pilz, der als hellgrauer Ueberzug auftritt, auch Verkrümmungen der Organe hervor. Die Conidien an den pfriemlichen Spitzen der verästelten Basidien erscheinen hellviolett, während die in den todten Blattstellen sich entwickelnden Oosporen hellbraune, warzige Kugeln darstellen. Beide Gebilde können auf den zur Ueberwinterung bestimmten Herbstpflanzen und auch auf der wilden Dipsacus silvestris Mill. sich von einem Jahre zum andern erhalten. Befallene Felder sind wiederholt zu durchsuchen und die kranken Pflanzentheile sofort zu verbrennen; in den folgenden Jahren sind andere Kulturen zu wählen.

Wir geben im Folgenden die Aufzählung einer größeren Menge von Peronospora-Arten nach den alphabetisch geordneten Nährpflanzen.

Aconitum Napellus: P. pygmaea f. Aconiti.
Alchemilla vulgaris: P. Potentillae var. Alchemillae.
Allium: P. Schleideniana Ung.
Alsine media: P. Alsinearum Casp.
Anagallis coerulea: P. candida Fuck.
Anemone nemorosa, „ ranunculoides } Per. pygmaea.
Anthemis arvensis: Per. Radii d'By.
„ „ P. leptosperma d'By.
Antirrhinum Orontium: P. Antirrhini Schroet.
Arenaria: P. Arenariae Berk.
Artemisia: P. leptosperma dBy.
Asperifoliaceae: P. Myosotidis dBy.
Asperula odorata: P. calotheca dBy.
Aster: P. entospora B. et Br.
Atriplex: P. effusa.
Beta vulgaris: P. Schachtii.
Brassica Napus, „ oleracea und deren Kulturformen. } P. parasitica Pers.
Cactus: P. Cactorum Leb. et. Cohn. (Phytophthora omnivora.)
Camelina sativa: P. parasitica Pers.
Capsella Bursa pastoris: P. parasitica.
Cardamine amara: P. parasitica Pers.
Cerastium: P. Alsinearum Casp.
Chenopodium: P. effusa Grev.
Cirsium arvense, „ oleraceum } P. gangliformis Berk.
Compositae: P. gangliformis Berk.
Corydalis: P. Corydalis dBy.
Cruciferae: P. parasitica Pers.
Cichorium Endivia: P. gangliformis.
Daucus Carota: P. nivea dBy.
Dianthus: P. Dianthi dBy.
Dicentra: P. Corydalis dBy.
Digitalis purpurea: P. sordida dBy.
Dipsacus silvestris: P. Dipsaci Tul.
Dryadeae: P. Potentillae dBy.
Erodium: P. Erodii Fuck.
Ervum: P. Viciae Berk.
Erythraea Centaurium, „ pulchella } P. effusa Grev.

Eupatorium u. a. Tubulifloren: P. Halstedii Farl. (Amerika.)
Euphorbia Cyparissias: P. Cyparissiae dBy.
Euphrasia Odontites, „ officinalis: Per. densa Rab.
Fragaria: P. Fragariae Roze et Cornu.
Fumaria: P. affinis Rofsm.
Galium: P. calotheca dBy.
Geranium maculatum: P. Geranii Peck[1]) Amerika.
„ palustre, „ pratense: Peronosp. pusilla Ung.
Helianthus: P. Halstedii Farl.
Helichrysum bracteatum: P. gangliformis.
Helleborus foetidus: P. pulveracea Fuck.
Hepatica triloba: P. pygmaea Ung.
Holosteum: P. Holostii Casp.
Hyoscyamus niger: P. Hyoscyami dBy.
Impatiens nolitangere: P. obducens Schroet.
Knautia arvensis: P. violacea dBy.
Lactuca sativa, „ Scariola: P. gangliformis.
Lamium: P. Lamii A. Br.
Lampsana communis: P. gangliformis.
Leontodon autumnalis: P. gangliformis.
Linaria: P. Linariae Fuck.
Matricaria Chamomilla: P. Radii.
Medicago: P. Trifoliorum dBy.
Melandrium: P. Dianthi dBy.
Melilotus: P. Trifoliorum dBy.
Moehringia: P. Arenariae Berk.
Mulgedium alpinum: P. gangliformis.
Myosotis: P. Myosotidis dBy.
Oenothera biennis: P. Arthuri Farl. (Amerika).
Papaver: P. arborescens Berk.
Papilionaceae: P. Viciae Berk.
Petroselinum: P. nivea.
Pisum: P. Viciae Berk.
Plantago: P. alta Fuck.
Polygonum: P. effusa Grev., P. Polygoni Thüm.
Potentilla: P. Potentillae.
Ranunculus: Per. Ficariae Tul.
Raphanus sativus: P. parasitica.
Reseda Luteola: P. crispula Fuck.
Rhinanthus minor: P. densa Rab.
Rosa: P. sparsa Berk. (in Amerika an Rosa californica gefunden).
Rubiaceae: P. calotheca dBy.
Rumex arifolius: P. Rumicis.
Scleranthus perennis: P. Alsinearum Casp.
Sempervivum: P. Sempervivi Schenk (Phytophthora).
Senecio vulgaris: P. gangliformis Berk.
Setaria glauca, „ viridis: P. graminicola (Sclerospora).
Sonchus oleraceus: P. gangliformis Berk.
Spergula arvensis: P. obovata Bon.
Spinacia oleracea: P. effusa Grev.
Tanacetum vulgare: P. leptosperma dBy.
Trifolium: P. Trifoliorum dBy.
Umbelliferae: Peronospora nivea Unger (P. Umbelliferarum Casp.)
Urtica: P. Urticae Lib.
Valerianella olitoria: P. Valerianellae Fuck.
Veronica: Per. grisea Ung.
Vicia: P. Viciae Berk.
Vinca: P. Vincae Schroet.
Viola tricolor: P. effusa Grev.
Vitis: P. viticola dBy.

Von geringer Bedeutung für die Kultur sind die der Gattung Peronospora nahe verwandten, neuerdings aufgestellten Gattungen Basidiophora Roze et Cornu[2]) und Sclerospora Schröt.[3]) Die Basidiophora entospora lebt in den Wurzelblättern von Erigeron canadensis L. und Sclerospora graminicola (Protomyces gram. Sacc. Ustilago Urbani Magn.), durchzieht die Blätter von

[1]) Ueber amerikanische Peronosporeen s. Farlow in Botanical Gazette Vol. VIII, 1883 u. A.

[2]) Annales sc. nat. V. sér., t. XI, p. 84.

[3]) Hedwigia 1879, S. 83.

Setaria viridis L. und S. glauca L. Die befallenen Blätter sind weißlich, dick, leicht brüchig und bleiben meist eingerollt. Die früher nur allein beobachteten Oosporen hatte man für Brandpilze gehalten. Es ist die erste Peronospora auf Gräsern, die bekannt geworden ist. Da der Pilz die Blüthen vergrünt und unfruchtbar macht, so hat er insofern einen Einfluß auf die Kulturpflanzen, als er die Verbreitung seiner Nährpflanzen, zweier lästiger Unkräuter, einschränkt.

### Der weiße Rost (Cystopus Lév).

Wie früher bereits erwähnt und auf Taf. VII, Fig. 6 abgebildet worden, ist der Bau von Cystopus von dem der Gattung Peronospora abweichend. Das zwischen den Zellen der Nährpflanze reichlich vorhandene und in diese hinein Haustorien sendende Mycel entwickelt unter der Epidermis dichte Lager paralleler, cylindrischer oder keuliger Fadenenden (Basidien), von denen jede eine ganze Kette kugeliger, durch ein schmales Zwischenglied getrennter Conidien trägt. Die ältesten bilden die Spitze jeder Reihe, deren Gesammtheit endlich die ganze Oberhaut abhebt und zersprengt. Es erscheint jetzt dem Auge eine flach polsterförmige, käsig-weiße, scharf umschriebene Masse in festen Flecken auf Stengeln und Blättern aufgesetzt zu sein. Die befallenen Organe sterben aber nicht so schnell, wie es bei Einwirkung von Phytophthora und einem Theil der Peronospora-Arten der Fall ist. Die Gattung nähert sich in ihrer Wirkung eher den Brandpilzen, indem die vegetativen Organe der Nährpflanzen meist nur so weit leiden, als das Conidienlager sich ausdehnt; da aber, wo die Blüthen erfaßt werden, tritt theilweise Zerstörung der Blumen, oder auch wuchernde Verunstaltung durch einen starken Reiz des Mycels ein. Die Conidien sind hier auch Zoosporangien, deren Zoosporen ihren Keimschlauch in den Wirth einbohren und zum Mycel entwickeln. Es sind jedoch nach de Bary[1]) nicht alle Glieder einer solchen Conidienkette gleichwerthig. Das Endglied einer jeden Reihe ist derbwandiger und meist etwas größer, wie die andern, ärmer an Protoplasma und oft gelblichbraun gefärbt. Dieses Glied fand de Bary keimungsunfähig; Tulasne beobachtete bei einer Art (C. Portulacae) die Keimung durch einen einfachen Keimschlauch. Die übrigen, jüngeren Glieder entwickeln Zoosporen, deren lange Wimpern bisweilen unterhalb der Spitze knopfförmig angeschwollen sind.[2])

Die Fruchtbildung erfolgt wie bei Peronospora. Die weitere Entwicklung der Oospore ist bei Cystopus candidus studirt worden. Im Wasser schwillt der Inhalt sammt der Innenhaut (Endosporium) an, sprengt die Außenhaut (Exosporium)

---

[1]) Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. Leipzig 1866, S. 176.

[2]) Büsgen: Zur Entwicklung der Phycomycetensporangien. Pringsheim's Jahrb. f. wiss. Bot., Bd. XIII, S. 275.

und treibt eine kurze Ausstülpung aus der Rißstelle hervor. Das Protoplasma zerfällt in eine Anzahl Portionen, die zu Schwärmsporen sich entwickeln, welche den in den Conidien gebildeten völlig gleichen. Diese Zoosporen rücken nun in die unterdessen zu einer Blase ausgeweitete Ausstülpung, beginnen sich zu bewegen und schwärmen alsbald aus der aufgelockerten Blase aus, um bald mit einem Keimfaden zu keimen. Der Keimschlauch dringt in die Spaltöffnungen ein und entwickelt sich weiter zum Mycel; es scheint aber, daß er in vielen Fällen junge Pflänzchen haben muß und mit diesem dann weiter in die Höhe wächst (Capsella, Lepidium).

Für unsere Kulturpflanzen ist die Gattung von keiner sehr hervorragenden Bedeutung.

Cystopus candidus, der außerordentlich verbreitete Parasit, der oft in Gemeinschaft mit Peronospora parasitica die Verkrümmungen und Verkümmerung der mit weißen Polstern dicht besetzten Blätter, Stengel, Blüthenstiele und Blumen von Capsella Bursa pastoris Mnch., dem Hirtentäschelkraute hervorruft, dürfte jedem Pflanzensammler bekannt sein. Derselbe Pilz befällt noch eine große Anzahl anderer Pflanzen aus der Familie der Cruciferen. Die nennenswerthesten sind der Meerrettig (Cochlearia Armoracia L.), der Leinbotter (Camelina sativa Crntz.), der Raps (Brassica Napus L.), der Hederich (Raphanistrum Lampsana Gaertn.), die Gartenkresse (Lepidium sativum L.), der Rettig (Raphanus sativus L.) Nach den Mittheilungen von Schröter[1]) hat der Pilz, der weiße Pusteln auf den Blättern verschiedener Kohlarten erzeugt, in den Blumenkohlkulturen Neapels bedeutenden Schaden angerichtet.

C. Capparidis dBy, der weiße Rost des Kappernstrauches, ist nach Pirotta's Impfversuchen[2]), bei welchen die Keimschläuche des Pilzes in junge Pflanzen von Lepidium sativum eintraten, als eine Form von C. candidus zu betrachten, was schon Zalewski[3]) vermuthungsweise ausgesprochen.

Eine Beobachtung betreffs der Abhängigkeit des Befallens von einem bestimmten Zustande der Nährpflanze machte ich bei Pflanzen von Golblack, von denen eine Anzahl im Frühjahr nach dem Antreiben im Zimmer wieder zwischen die andern Exemplare des Gartens gesetzt worden waren. Nur auf den angetrieben gewesenen (also zarteren) Pflanzen siedelte sich der Cystopus an.

In der Aufzählung der andern bekannten Arten folgen wir Zalewski, der zwei Gruppen unterscheidet. Zur ersten Gruppe mit sehr dickwandigem, deutlich vierschichtigem Exosporium der Oospore und kugeligen oder viereckig abgerundeten Conidien gehört außer dem auf Cruciferen und einigen Capparideen (Capparis, Cleome) vorkommenden Cystopus candidus auch noch

C. sibiricus Zlski., der auf einer Borraginee Sibiriens gefunden worden ist.

C. Convolvulacearum Otth. auf Convolvulus Siculus, retusus, Batatas edulis.

---

[1]) Ueber die Beziehungen der Pilze zum Obst- und Gartenbau. Illustrirte Gartenzeitung 1884, S. 246.

[2]) Pirotta: Breve noticia sul Cystopus Capparidis dBy, cit. Bot. Centralbl. 1884, Bd. XX, S. 323.

[3]) Zalewski: Zur Kenntniß der Gattung Cystopus Lév. Bot. Centralbl. 1883, Bd. XV, S. 215.

Zweite Gruppe mit dünnem, meist dreischichtigem Exosporium und länglichen Conidien:

C. Portulacae DC. auf Portulaca oleracea und sativa.

C. Amarantacearum Zlski. auf europäischen und amerikanischen Arten von Amarantus, Cyathula und Boerhavia.

C. Bliti Bivon. auf Amarantus Blitum.

C. cubicus Strauss. auf Centaurea Jacea, Tragopogon pratensis, Inula britannica und andern Compositen.

C. Lepigoni dBy auf Lepigonum medium, neglectum u. A.

Hazslinsky[1]) führt einen C. verrucosus Hasl auf den Blättern von Chaerophyllum bulbosum auf.

## 5. Mucorini (Köpfchenschimmel).

In der Familie der Mucorinen oder Köpfchenschimmel, deren Entwicklungsgeschichte in der Einleitung an einem Beispiel im Wesentlichsten gezeichnet worden ist, finden wir wenig Parasiten. Die vollkommensten Schmarotzer werden durch die Gattungen Piptocephalis, Syncephalis, Chaetocladium und Mortierella repräsentirt. Diese Pilze haben aber darum weniger praktische Bedeutung, weil sie meist auf anderen Mucorinen parasitiren und nur in einzelnen, bisher noch fraglichen Fällen als Schädiger von Kulturpflanzen angegeben werden. Bei ihrem Angriff auf andere Mucorinen entwickeln diese Pilze büschelige, sehr zarte Fäden, die als Haustorien in die Nährpflanze eindringen; bei der Gattung Chaetocladium sieht man sogar die Membranen von Parasit und Nährpflanze an der Berührungsstelle aufgelöst, so daß die Plasmamassen der beiden Individuen mit einander in direkte Verbindung treten.

Von Bedeutung ist, daß die Gattung Mucor, die fast immer als Fäulnißbewohner beobachtet wird, gelegentlich als ächter Parasit auftreten kann. Ein Beispiel dafür liefert die Fäulniß der Früchte. Dieselbe wird allerdings noch durch andere, nicht hierher gehörige Pilze (Botrytis cinerea, Penicillium glaucum u. A.) hervorgerufen, ja sie kann auch ohne Pilzbildung am Ende des normalen Reifungsprozesses auftreten; indeß sind Mucor stolonifer (Rhizopus nigricans Ehr.) und M. racemosus durch Brefeld's Aussaatversuche bestimmt auch als solche Arten erkannt worden, die gesunde Früchte in kurzer Zeit zur Fäulniß bringen können. Die Conidien dieser Pilze auf gesunde Früchte ausgesäet, riefen eine von den Rißstellen ausgehende Fäulniß hervor. Es zeigte sich hierbei, daß die Früchte um so besser der Fäulniß Widerstand leisteten, je unreifer sie waren. Wahrscheinlich begünstigt der mit der Reife der Frucht steigende Zuckergehalt die Ausbreitung des Mucormycels; jedoch hängt theilweis der Verlauf der Fäulniß auch von der Spezies des Schmarotzers ab. Mucor stolonifer hat in der Regel die schnellste Ausbreitung und

---

[1]) Bot. Jahresber. 1877, S. 71.

ist am wenigsten wählerisch, während Mucor racemosus sich nur bei weichen Früchten findet. Auf saftigen Früchten, wie z. B. Stachelbeeren scheint M. Mucedo dieselbe Rolle übernehmen zu können, welche M. stolonifer bei den Aepfeln spielt.

Es ist übrigens zu betonen, daß diese Parasiten zu ihrem Eindringen in die Frucht einer Wundstelle bedürfen; sie können weder durch die Wachsglasur, welche die Früchte überzieht, noch durch Kork, der Wunden abgeschlossen hat, sich einbohren. Man kann wochenlang unverletzte Aepfel in feuchter, warmer Atmosphäre in Berührung mit diesen Pilzen lassen, ohne ein Eindringen des Mycels wahrnehmen zu können. Andrerseits kann man auch große Wundflächen schaffen und die Früchte doch noch lange Zeit vor Fäulniß selbst im feuchten Medium bewahren, wenn man die Pilzsporen abhält. Bei einer größeren Reihe von Versuchen wurden die Aepfel monatelang in etwas feuchtem, ausgewaschenem, grobem Sande im Keller eingeschichtet erhalten und im Frühjahr durch die aufgenommene Feuchtigkeit z. Th. mit großen, klaffenden, das Fruchtfleisch bloßlegenden Rißstellen (durch Platzen der Oberhaut) befunden. Indeß war bei keinem der aufgerissenen Exemplare wirkliche Fäulniß bemerkbar. Wahrscheinlich hatten die im Keller massenhaft vorhandenen Pilzsporen keine Gelegenheit, durch die tiefe Sandschicht hindurch bis auf die Früchte zu gelangen. Daß es nicht etwa der in der Tiefe der Sandschicht sich geltend machende Mangel an Luftzufuhr ist, der das Keimen der Pilzsporen verhindert, scheint mir (wenigstens für Penicillium) aus dem Umstande hervorzugehen, daß man bei absterbenden Spargelpflanzen, die bekanntlich über 20 cm tief stehen, nicht selten Wurzelstücke aus der Erde holt, welche dicht mit den blaugrünen Conidienrasen bedeckt sind.

Neuerdings ist nun auch die Gattung Mortierella als ein den Kulturpflanzen sehr schädlicher Parasit angesprochen worden, indem eine Art M. arachnoides Therry et Thierry, den Schimmel der Vermehrungsbeete darstellen soll, durch welchen in kurzer Zeit Tausende von Stecklingen getödtet werden können.[1])

Daß der Boden in Stecklingskästen sich mit fädigem Mycel überspinnt und die Stecklinge unter Schwarzfärbung ihrer Basis in solchem Boden zu Grunde gehen, ist eine in fast allen Gärtnereien einmal gelegentlich vorkommende Erscheinung. Man hat schon vielfach versucht, diesen „Vermehrungspilz" festzustellen, ohne daß man bis jetzt zu bestimmten Resultaten gekommen wäre. Auch die vorgenannte Mucorinee kann vorläufig nur vermuthungsweise als der Stecklingsvernichter hingestellt werden, da die Beobachter dieses Pilzes nur aus der Aehnlichkeit des Mycels in Form und Lebensweise mit der auf

---

[1]) Therry et Thierry: Nouvelles espèces de Mucorinées du genre Mortierella. Aus „Revue mycologique", cit. im Bot. Centralbl. 1882, Nr. 38, S. 411.

den Blättern von Ficaria ranunculoides schmarotzenden Mortierella Ficariae schließen, daß der Vermehrungsschimmel in diese Gattung gehöre. Die sehr dünnen, zarten, spinnenwebartig sich ausbreitenden, septirten[2]) anfangs glänzend weißen, im Alter sich bräunenden, dickwandig werdenden Mycelfäden müssen ein enorm schnelles Wachsthum haben, da sie innerhalb einer einzigen Nacht um Meterlänge sich ausgebreitet hatten, wenn genügende Sauerstoffzufuhr vorhanden war. Sobald Feuchtigkeit und Sauerstoffreichthum nachlassen, scheint auch das Längenwachsthum der Mycelfäden sich zu verringern und dafür eine reichere, seitliche Verästelung aufzutreten.

Aber selbst, wenn die Beobachtungen von Therry sich voll bestätigen sollten, daß abgeschnittene Pflanzentheile in wenig Stunden von dem Pilze zerstört würden, dürfen wir keineswegs die Frage über das Absterben der Stecklinge als gelöst ansehen. Sicher ist, daß verschiedene Mycelien vorkommen. Bei Petunien, Lobelien u. dgl. Pflanzen sah ich Botrytis oder Alternaria die Rolle der Zerstörer übernehmen. Conidien, auf ein feuchtes, gesundes Blatt von Petunien ausgesäet, keimten binnen wenigen Stunden und das Mycel zerstörte das Blatt in kurzer Zeit. Sowohl Myxomyceten und Phycomyceten als auch von den Holzwandungen der Kästen ausgehend, Hymenomycetenmycel mit Schnallenbildung ließen sich manchmal in Vermehrungsbeeten erkennen.

Es tritt hier, meiner Meinung nach, die Frage nach der Zugehörigkeit der Mycelien in den Hintergrund; dagegen ist die Thatsache hervorzuheben, daß in gut durchlüfteten Kästen die Stecklinge von keinem Pilze angegriffen werden. Wenn irgendwo, dann grade in diesem Falle stellt sich die Abhängigkeit des Kampfes zwischen Parasit und Nährpflanze von den herrschenden Vegetationsbedingungen in ein sehr klares Licht.

Die noch so verbreitete Ansicht, daß Stecklinge am besten wachsen, wenn sie in festgeschlossenen, heißen, mit feuchter Luft gesättigten Kästen kultivirt werden, ist für die Mehrzahl der Fälle gradezu falsch. Starke Oberwärme ist meist nutzlos, oft schädlich; gesteigerte Unterwärme ist aber erforderlich. Diese günstig wirkende Steigerung der Bodenwärme aber ist für die einzelnen Pflanzengeschlechter ganz verschieden, je nach dem Klima des Vaterlandes, aus dem die zu vermehrenden Pflanzen stammen und je nach der Transpirationsfähigkeit der einzelnen Arten. Je tropischer die Pflanze, desto absolut höhere Wärmegrade kann der Vermehrungskasten zeigen und je größer die Transpirationsfähigkeit, desto feuchter und geschlossener darf der Kasten sein.

Selbst bei ganz krautartigen Stecklingen, die mit einem noch gänzlich jungen Laubkörper zur Verwendung gelangen, gebe man nur in den ersten Tagen völlig gespannte Luft und dichteren Schatten; alsbald versuche man,

---

[2]) v. Thümen: Der Vermehrungspilz. Wiener illustrirte Gartenzeitung 1882. Heft 10.

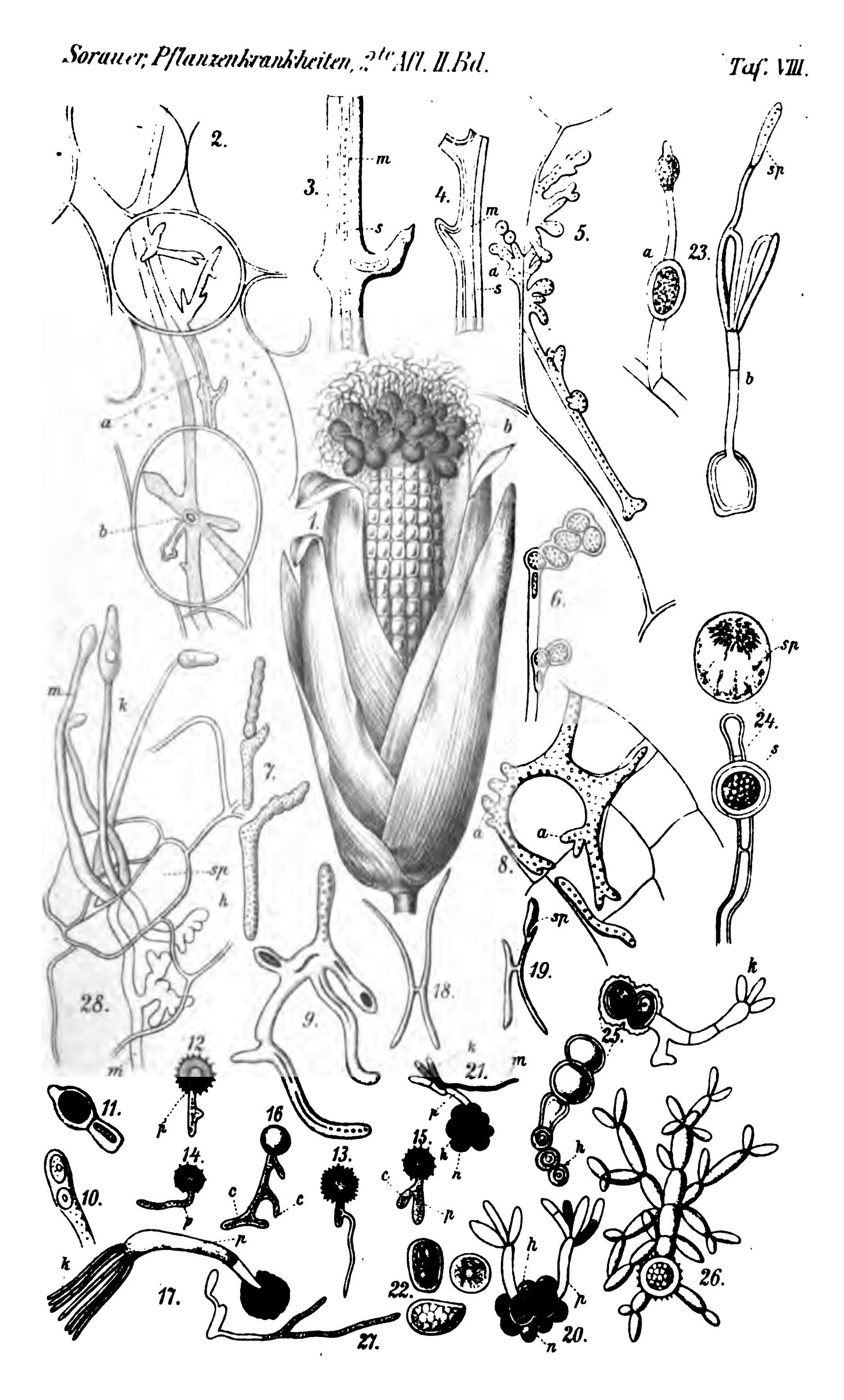
durch anfangs stundenweises, später fortwährendes Oeffnen der Fenster des Vermehrungsbeetes (falls dasselbe in einem Glashause befindlich) die Stecklinge an Luft und Licht zu gewöhnen. Freie Beete in Warmhäusern über den Heizungsröhren bewähren sich vorzüglich. Das Verfahren, an schattigen Stellen im Freien Vermehrungsbeete, die überhaupt nicht gedeckt werden können, anzulegen, wird noch lange nicht in der Weise ausgenutzt, wie dasselbe es wegen seiner Sicherheit verdient. Freilich wachsen die Stecklinge an solchen Lokalitäten langsam.

Wenn in einem Vermehrungsbeete bereits der Schimmel sich eingenistet hat, empfiehlt es sich, alle Stecklinge zu entfernen und die gesund gebliebenen in Töpfe mit frischem Sand zu stecken. Die Gewohnheit, die Stecklinge möglichst nahe an die Topfseite zu bringen, ist empfehlenswerth, da der poröse Topf die Luftzufuhr zum Callus begünstigt. Das entleerte Sandbeet, welches wieder zur Aufnahme neuer Stecklinge hergerichtet werden soll, ist wiederholt mit kochendem Wasser zu begießen, um die Pilze zu tödten. Die Wandungen des Kastens müssen ebenfalls mit kochendem Wasser oder auch mit Spiritus abgebürstet werden, um die Pilzvegetation zu stören. Wenn sich Zeit und Gelegenheit bieten, lasse man nach der ersten Procedur mit heißem Wasser den Stecklingskasten durch Luft und Sonne austrocknen und wiederhole dann vor der Bestellung die Behandlung mit kochendem Wasser.

## 6. Ustilagineae (Brandpilze).

(Hierzu Tafel VIII.)

Die Brandpilze erscheinen dem bloßen Auge als braune oder schwarze Staubmassen. Diese Massen sind nur die Sporen, welche im reifen Zustande von dem Pilze allein übrig bleiben. In jüngeren Stadien der Sporenentwicklung bemerkt man, daß das später Sporen tragende Gewebe der Nährpflanze von Hyphen durchsetzt ist, welche mit tiefer liegenden Resten unverkennbaren Mycels im Zusammenhange stehen. Dieses Mycel zeigt sich in Gestalt deutlicher, oft verzweigter, meist doppelt contourirter Fäden, deren Inhalt bereits hell wässerig ist oder von stark vacuoligem Plasma gebildet wird. Die Fäden verlaufen meist in der Längsrichtung des Pflanzentheiles, den sie bewohnen und zwar sehr häufig zwischen den Zellen desselben; innerhalb der Zellen findet man nur die an einzelnen Stellen der Mycelfäden entstehenden, eigenthümlich verflochtenen, knaulartigen kurzen Zweige (Fig. 2 b), welche den Inhalt der Nährzelle zersetzen und zur Ausbildung des Pilzkörpers verwenden. Die knauelartigen Zweige stellen Saugorgane (Haustorien) der Brandpilze, ähnlich den bei Peronosporeen beobachteten, dar. Je häufiger die Haustorien auftreten, desto kürzer werden die Glieder des derbwandigen Mycels. Die derbe, charakteristische Wandung wird selbst an jugendlichen Fäden von Kalilösung nur zur




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



Quellung gebracht; dagegen löst Schwefelsäure die Fäden langsam auf. Eine Cellulosereaktion ist nicht bemerkbar.

Wenn für das Mycelium der geeignete Zeitpunkt der Sporenbildung herangekommen, senden die einzelnen Fäden desselben Aeste (Fig. 5) aus, deren Membran gallertartig aufgequollen erscheint und deren glänzender, spärlich feinkörniger Inhalt bisweilen deutliche Oeltröpfchen (Fig. 8) erkennen läßt. Je nach den einzelnen Gattungen ist der Verlauf der Sporenbildung verschieden [1]), indem dieselbe bald mehr einzeln an den Enden kleiner Zweige, wie bei Tilletia, bald in größeren Ballen zu mehreren gleichzeitig erfolgt, wie bei Urocystis und Sorosporium. Immer geschieht die Sporenbildung im inneren Gewebe der Nährpflanze. Die Sporen sind je nach den Arten verschieden, indem ihr Epispor bald glatt und gleichartig (Fig. 16), bald ungleichartig dadurch erscheint, daß einzelne Stellen der Außenhaut wasserreicher sind; in anderen Fällen ist das Epispor durch hervortretende Leisten runzelig oder netzig oder stachelig warzig verdickt (Figg. 12—15, 17).

Das von einer Cuticula bedeckte, schmutzig gelbe, braune oder violette Epispor platzt durch Einwirkung von Schwefelsäure auf oder wird wenigstens durchsichtiger. Das Endospor, welches ebensowenig wie alle übrigen Theile des Pilzes eine Cellulosereaktion zeigt, quillt durch Kali auf.

Wenn die Spore keimt, wird das Epispor spaltig oder dreiklappig gesprengt (Fig. 17) und das Endospor tritt in Gestalt eines Keimschlauches hervor (Fig. 14, 15, 17p). In der Regel läßt sich nach Kühn [2]) schon vorher die Stelle an der reifen Spore erkennen, durch welche der Keimschlauch austreten wird. Die Keimung erfolgt nur dann normal, wenn die Spore nicht ganz von der Luft abgeschlossen ist; in Wasser untergetaucht oder bei starker Bodenbedeckung entwickelt sie sich abnorm oder gar nicht; aber sie verliert im Boden ihre Keimkraft nicht und kann, sobald sie durch die Bodenbearbeitung nach einem Jahre der Luft und Feuchtigkeit wieder zugänglich gemacht wird, auskeimen und gesundes Saatgut krank machen. Wie schon früher angeführt, ist die Zeit, welche die Sporen zur Keimung brauchen, unter gleichen Vegetationsbedingungen vom Alter der Spore abhängig. Frischen Flugbrand der Gerste fand Kühn nach 6—8 Stunden bereits gekeimt; einjährige Sporen vom Hirsebrand brauchten 15—17 Stunden und zweijährige Sporen vom Steinbrand keimten erst nach etwa 60 Stunden; vier Jahr alte Sporen vom Hirsebrand sah Hoffmann nach fünf Tagen keimen.

---

[1]) Nach Fischer von Waldheim: Beiträge zur Biologie und Entwicklungsgeschichte der Ustilagineen. (Pringsheim's Jahrb. f. wissensch. Bot. 1869, Bd. VII, Heft I und II, S. 61 ff.)

[2]) Kühn: Krankheiten der Kulturpflanzen 1859, S. 46.

Neuere Versuche von Liebenberg[1]) ergaben, daß die Sporen des Steinbrandes (Tilletia Caries) noch nach 8 1/2 Jahren, die des gewöhnlichen Staubbrandes (Ustilago Carbo) nach 7 1/2 Jahren, die des Hirsebrandes (U. destruens), sowie der im Fruchtknoten der Kolbenhirse vorkommenden Ust. Crameri und U. Kolaczekii nach 5 1/2 Jahren und die vom Roggenstengelbrand noch nach 6 1/2 Jahren keimfähig waren.

Die Keimung der Sporen (Dauersporen) erfolgt, je nach Art und Medium, in verschiedener Weise. Bei Aussaat in Wasser entwickelt sich ein kurzbleibender, meist Knospen (Sporidien) bildender Keimschlauch (Promycelium); bei der Aussaat in Nährlösungen entstehen hefeartige Sprossungen. Das Promycel treibt bei einigen Gattungen (Tilletia, Urocystis, Tuburcinia, Entyloma) an seiner stumpfen Spitze eine Anzahl schmal cylindrischer, büschelig gestellter Knospen (Kranzkörperchen). In andern Fällen erscheint der Promycelfaden in eine geringe Anzahl Zellen gegliedert, von denen jede an einem Ende (meist dem oberen) eine eiförmige, oblonge bis stabförmige Knospe abschnürt, wie bei vielen Ustilago-Arten. Bei andern Arten von Ustilago (U. longissima) werden nur an der Spitze des Keimschlauches nach einander reihenweis eine Anzahl schwach spindelförmiger Knospen gebildet. Bei den unten eingehender behandelten Brandarten (U. Carbo, destruens) treibt bisweilen das gegliederte Promycelium wenig oder gar keine Sporidien; dafür aber bilden sich von einer Gliederzelle zur andern kleine, bogenförmige Ausstülpungen, deren Membran an der Verbindungsstelle aufgelöst wird, so daß das Protoplasma der einen Zelle durch eine solche Brücke mit demjenigen der andern Zelle in ungehinderte Verbindung tritt. Viel häufiger zeigt sich die Verbindung zweier Sporidien durch solche Querfortsätze. Bei der Keimung entwickelt sich in der Regel aus einer Zelle ein Keimschlauch und die andere Zelle wird dabei mit ausgesogen. Bei mehreren, Kranzkörperchen bildenden Arten (Urocystis Violae, Tilletia, Entyloma, Tuburcinia Trientalis) wird nach der Verbindung zweier Kranzkörperchen aus der Spitze von einem derselben erst eine secundäre Sporidie gebildet und diese entwickelt dann den Keimschlauch.

Es wurde vorher erwähnt, daß in Nährlösungen die Dauersporen der Brandpilze hefeartige Sprossungen treiben können. Diese von Brefeld[2]) entdeckte Entwicklung äußert sich entweder in der Weise, daß die Sproßbildung aus dem Promycel innerhalb der Flüssigkeit sofort beginnt (Ustilago Carbo, Maydis antherarum u. A.) oder aber dadurch, daß der Keimschlauch erst zu einem Mycel auswächst, dessen Zweige in die Luft hineinragen und an ihren

[1]) Liebenberg: Ueber die Dauer der Keimkraft der Sporen einiger Brandpilze. Oesterr. landw. Wochenblatt 1879, Nr. 43 und 44.

[2]) Brefeld: Botanische Untersuchungen über Hefenpilze. Heft V. Leipzig, Engelmann, 1883.

Spitzen kettenartig zusammenhängende, längliche Sproßbildungen erzeugen (U. destruens).

Solche hefeartigen Sprossungen von Sporen sind auch bei einer größeren Anzahl anderer Pilze beobachtet worden; eine gährungserregende Thätigkeit ist aber bei den meisten nicht zu constatiren gewesen. Als Beispiel von Basidiomyceten, die Hefebildungen durch Auskeimen der Basidiosporen erzeugen, führt Brefeld [1]) den Parasiten der Preißelbeeren (Exobasidium Vaccinii) an. Dieselbe Erscheinung zeigen die Gattungen Tremella, Exidia und Hirneola, Dacrymyces und Calocera. Aus den stäbchenförmigen oder hakenartig gekrümmten Sproßconidien können sich reichliche Mycelien mit neuen Conidienträgern entwickeln.

Diese Sproßformen haben bei den Brandpilzen und anderen Parasiten insofern eine sehr große Bedeutung, als sie die Möglichkeit beweisen, daß Pilze, die man bisher für nicht existenzfähig außerhalb ihrer spezifischen Nährpflanze gehalten hat, in gewissen Anpassungsformen sehr lange Zeit außerhalb einer Wirthspflanze existiren können.

Mit dem Nachweis, daß solche hefeartige Anpassungsbildungen wieder in die gewöhnlichen Parasitenformen übergehen können, werden unsere Kulturbestrebungen immer mehr danach hingedrängt, nicht sich gegen den überall lauernden Feind bei der Bekämpfung der Krankheiten ausschließlich zu richten, sondern den Zustand der Nährpflanze mehr als bisher geschehen, dabei ins Auge zu fassen.

Da wir sehen, daß immer gewisse Arten und Individuen ausschließlich oder doch intensiver als andere von den Parasiten heimgesucht werden, so muß es jetzt, da wir überall die Schmarotzer latent vermuthen können, der Wissenschaft erste Sorge sein, die Unterschiede festzustellen, welche zwischen den befallenen und nicht befallenen Individuen und Arten existiren. Da diese Unterschiede von der Kultur sicher theilweis, wenn nicht ganz abhängen, so muß es gelingen, diejenigen Zustände bei unsern Kulturvarietäten herrschender zu machen, welche die Immunität der robusteren Arten hervorrufen.

Wir können die Parasiten nicht aus der Welt schaffen, noch immer die Bedingungen, welche ihre Ausbreitung begünstigen, nach unserm Wunsche corrigiren. Krankheiten werden wir immer haben, da sie etwas mit dem Organismus Gegebenes sind; aber wir können durch allgemeine Pflanzenhygiene die Disposition zu den Krankheiten vielfach wirksam einschränken.

Ueber die Abhängigkeit der Ausbreitung des Schmarotzers von gewissen Entwicklungszuständen der Nährpflanze liefern die Brandarten sehr instruktive Beispiele. Nach Kühn und Hoffmann [2]), welche künstlich die Samenkörner

---

[1]) A. a. O., S. 198.

[2]) Hoffmann: „Ueber den Flugbrand". Bot. Unters. von Karsten 1866, S. 206, giebt von Ustilago destruens an, daß es ihm einmal gelungen sei, eine brandige Pflanze

mit Brandsporen einkeimten oder damit inoculirten, dringen die Keimschläuche in der Gegend zwischen Wurzel und unterstem Blatt in den sog. Wurzelknoten oder primären Knoten, bisweilen auch in die gesprengte Wurzelscheide ein, verästeln sich und wachsen im jugendlichen Gewebe des Stengels in die Höhe, um an bestimmten Stellen (in der Regel in den Blüthenorganen) ihre Sporen zur Entwicklung zu bringen.

Nach R. Wolff[1]) ist es bei dem Staubbrand, Hirsebrand, den beiden Arten Steinbrand und dem Roggenstengelbrand das erste meist sehr wenig gefärbte, weißlich glänzende Scheidenblatt, das die grünen Blätter einschließt und zuerst aus der gesprengten Fruchtschale in Form eines langen, geschlossenen Kegels hervortritt, welches auch einen zusagenden Angriffspunkt für die Pilzsporen liefert. Dieses erste scheidenförmige Organ bildet aber auch nur so lange den zusagenden Mutterboden, als es noch nicht erwachsen ist. Es gelang Wolff[2]) nur dann, das Eindringen der Keimschläuche zu beobachten, wenn diese weiße Scheide etwa die Hälfte ihrer definitiven Größe erreicht hatte und noch nicht von dem eingeschlossenen, grünen Blatte durchstoßen war und wenn das Plasma der Promycelien oder Keimfäden noch nicht zu viel Wasser aufgenommen d. h. wenn die Keimung erst kürzlich begonnen hatte. Sind die Verhältnisse günstig, dann kann man schon nach 36—48 Stunden sich überzeugen, daß zahlreiche Brandkeime in das Gewebe eingedrungen sind und sich zum reichlichen Mycel verzweigt haben.

Eine viel zu wenig gewürdigte Beobachtung von J. Kühn[3]) erklärt den bisweilen auftretenden Fall der einseitigen Erkrankung von Getreideähren durch Brand, und zeigt, wie thatsächlich die von äußeren Einflüssen abhängige Beschaffenheit der Nährpflanze für die Ausbreitung des Brandmycels maßgebend wird. Polygonum lapathifolium wurde bei der Aussaat mit Ustilago utriculosa infizirt. Die Pflänzchen blieben mit Ausnahme einiger kleinen, verkümmerten Exemplare gesund bis zur Blüthezeit. Nachdem die Knöterichpflanzen bereits Samen getragen, schlug die bis dahin trockne Witterung in eine Regenperiode um. Die durch den Regen niedergelegten Stengel entwickelten nun noch Seitenzweige und diese zeigten sämmtlich brandige Blüthen. Das Brandmycel war also schon vorher in den Stengeln, aber bei der Trocken-

---

zu erzeugen durch Applikation von Sporen in einen Einschnitt in die junge Vaginula und die inneren Blattanlagen in der Gegend des Vegetationspunktes. Die Hirsepflanze war bereits 6 cm hoch und hatte vier entwickelte Blätter. Der Einschnitt wurde $^1/_2$ cm über dem Boden gemacht.

[1]) Der Brand des Getreides. Inaugural-Dissertation. Halle 1873, S. 19.

[2]) Bemerkenswerth ist, daß Wolff nie das Eindringen am primären Knoten beobachten konnte, in dessen Nähe die Oberhautzellen eine sehr dicke, obere Wandung besitzen; dagegen sah er es sehr deutlich an der ganzen übrigen Länge der Scheide.

[3]) Kühn: Beobachtungen über den Steinbrand des Weizens. Oesterr. landw. Wochenbl. 1880, Nr. 1 und 2.

heit nicht zur Weiterbildung gelangt; die stärkere Imbibition der Gewebetheile nach dem Regen war somit der Grund für die Ausbreitung des Schmarotzers. Sommerroggenpflanzen, mit Urocystis occulta infizirt, wurden theils in Sand, theils in Töpfe mit humosem Lehmboden gepflanzt und gedüngt. Nach dem Anwachsen erhielten die Sandpflanzen nur das nothwendigste Wasser, während den Lehmtöpfen möglichst günstige Bewässerung zu Theil wurde. Letztere zeigten sämmtlich in ihren Pflanzen den Roggenstengelbrand, während die Roggenpflanzen der Sandtöpfe gesund geblieben waren.

Wir werden aus diesen beiden Versuchsergebnissen also schließen müssen, daß alle Factoren, welche das Gewebe der Nährpflanzen trockner und reifer erhalten, als Mittel gegen die Ausbreitung von Brandmycel zu betrachten sind.

## Uebersicht der Gattungen.

Protomyces. Einzellige, intercalar gebildete Dauersporen; dieselben entlassen kleine, stabförmige, copulirende Sporen, deren Keimschlauch in die Pflanzen eindringt und neue Dauersporen (Sporangien) schließlich erzeugt.

Entyloma. Einzellige, intercalar gebildete Dauersporen, die aber nicht zum Sporangium werden, sondern als Einzelsporen mit Promycel und Kranzkörperchenbildung keimen.

Tilletia. Einzellige, an der Spitze angeschwollener Mycelzweige entstehende Sporen, deren Promycel Kranzkörperchen entwickelt.

Schroeteria (Geminella). Spore zwei-, selten dreizellig. Keimung durch Promycel mit Kranzkörperchen oder unter Bildung kugeliger Zellen.

Urocystis. Spore vielzellig. Zellen ungleichwerthig; es keimen nur die dunkleren Centralzellen und zwar durch Promycel mit copulirenden Kranzkörperchen.

Doassansia. Spore vielzellig. Zellen ungleichwerthig, die äußeren (Nebensporen) sehr derbwandig. Keimung der centralen Hauptsporen mit Kranzkörperchen, die nicht copuliren.

Tuburcinia. Spore vielzellig. Zellen gleichwerthig, durch eine feste Haut zusammengehalten. Keimung durch Promycel mit Kranzkörperchen.

Sorosporium. Spore vielzellig. Zellen gleichwerthig. Keimung mit langen, vielgliederigen Keimschläuchen ohne Sporidien.

Thecaphora. Spore vielzellig. Das Promycel treibt aus seinen Gliedern Keimfäden, die mit ihren Spitzen in Copulation treten und darauf erst den eigentlichen Keimschlauch entwickeln.

Tolyposporium. Sporen wie bei Sorosporium. Keimung mit Promycel, dessen Glieder mehrere kurze, cylindrische, gekrümmte, leicht sich ablösende Zweigchen tragen.

Schizonella. (Geminella) entspricht der Gattung Schroeteria, aber das Promycel zeigt seitliche Sporidienbildung.

Ustilago. Sporen einzellig, meist reihenweis am Ende der Fäden entstehend; Sporidien werden seitlich am Promycel gebildet.

Die spezielle Betrachtung der Brandpilze beginnen wir mit der Gattung

## Protomyces.

Der bekannteste Schmarotzer dieser Gattung (Prot.[1]) macrosporus Ung.) erzeugt auf seinen Nährpflanzen (Umbelliferen und besonders Aegopodium Podagraria) schwielige, anfangs gebleichte und später vertrocknende Auftreibungen an Blattstielen und Stengeln, welche bisweilen dadurch verkrüppelt erscheinen.

In den Intercellularräumen des gedunsenen Gewebes erkennt man septirtes, verzweigtes Mycel, das in seinem Verlaufe stellenweis (intercalar) zu Sporen anschwillt (Taf. VIII, Fig. 24s) und nach der Ausbildung der sehr zahlreichen, annähernd ovalen Dauersporen abstirbt. Wenn das Umbelliferenkraut im Winter verwest ist, reißt die dicke Außenhaut (Episporium) der frei gewordenen Spore auf und entläßt ihren protoplasmatischen Inhalt in der zarten Umhüllung der Sporeninnenhaut als eine kugelige Blase. In derselben bilden sich zahlreiche, kleine, stabförmige Sporen (Fig. 24sp), welche schließlich ausgestoßen werden und wie bei den ächten Brandarten durch brückenförmige Fortsätze paarweise copuliren. Ein Theil der Doppelspore läßt seinen Inhalt in den andern Theil übertreten, der nun einen Mycelschlauch treibt, welcher in die Nährpflanze eindringt und dort wieder Dauersporen erzeugt.

Die Dauerspore wird also hierbei zum Sporangium.

Auf Cichoraceen wird eine zweite Art angegeben: P. pachydermus Thüm. Als Pr. endogenus Ung. (Melanotaenium dBy) ist ein verwandter Parasit auf Galium beschrieben worden, der die von den durchscheinenden Sporen dunkelstreifig aussehenden Stengelglieder und Blätter kurz, dicht und unregelmäßig angeschwollen erscheinen läßt.

Zu den echten Brandpilzen gehört die Gattung

## Entyloma,

die noch insofern an die Gattung Protomyces erinnert, als ihre Dauersporen auch mitten in den intercellular verlaufenden Mycelfäden angelegt werden, sich also intercalar bilden. (Fig. 23a.) Die Dauerspore wird aber nicht zum Sporangium, sondern keimt als Einzelspore unter Bildung eines Promycels mit Kranzkörperchen. In Fig. 23b sehen wir vier solcher Sporidien bereits paarweis copulirt. Die zwei hellen Kranzkörperchen haben ihren plasmatischen Inhalt schon an die mit ihnen verbundenen Individuen abgegeben und dadurch eins von ihnen bereits befähigt, eine secundäre Sporidie (Fig. 23sp) zu bilden.

Bei einzelnen Arten dieser Gattung ist von Schroeter und Frank

---

[1]) Syn.: Physoderma gibbosum Wallr.

auch eine außerhalb der Nährpflanze stattfindende Conidienbildung beobachtet worden. Aus den Spaltöffnungen und zwischen den Epidermiszellen der Unterseite sprossen weiß erscheinende Fadenbüschel hervor, von denen spindelförmige Knospen in Ketten gebildet werden.

Die Beschädigung der Nährpflanzen ist meist eine geringfügige; es entstehen bleiche, schwielige Auftreibungen oder auch nur verfärbte, engumschriebene Flecke auf den Blättern. Das Blattgewebe an den Flecken vertrocknet schließlich und wird bröckelig. Bei den Impfversuchen sah de Bary[1]) die Keimschläuche durch die Spaltöffnungen in die Nährpflanze eindringen.

Nach Winter[2]) finden wir Entyloma fuscum Schroet. auf den Blättern von Papaver Argemone und Rhoeas; E. bicolor Zopf auf den Blättern von Papaver Rhoeas und dubium; E. Ranunculi Bon. (Protomyces microsporus Ung. — Entyl. Ungerianum dBy) in den Blättern von Ranunculus Ficaria, auricomus, acris und sceleratus; E. canescens Schroet. auf Blättern verschiedener Arten von Myosotis, E. serotinum Schroet. auf den Blättern von Borrago officinalis und Symphytum officinale; E. Calendulae Oud. (Protomyces Calendulae) in den Blättern von Calendula officinalis, Hieracium vulgatum und murorum, Bellidiastrum Michelii und Arnica montana, E. Fischeri Thüm. in den Blättern von Stenactis bellidiflora; E. Chrysosplenii in den Blättern von Chrysosplenium alternifolium, E. crastophilum Sacc. in den Blättern von Poa annua, nemoralis, Dactylis glomerata; E. Picridis Rostr. in den Blättern von Picris hieracioides; E. Limosellae in Limosella aquatica; E. Eryngii (Physoderma Eryngii Cda., Protom. Eryng. Fuck.) in den Blättern von Eryngium campestre; E. Corydalis dBy in Blättern von Corydalis cava und solida; E. Linariae in den Blättern von Linaria vulgaris, E. microsporum Ung. (Protomyces microsporus Ung.) in den Blattstielen und Blättern von Ranunculus repens und bulbosus; E. verruculosum Pass. in den Blättern von Ranunc. lanuginosus.

## Tilletia.

(Hierzu Tafel VIII, Fig. 17—19.)

Die Gattung charakterisirt sich dadurch, daß die einzelligen Sporen, die schließlich ein staubförmiges, schwarzes Pulver bilden, an der Spitze der angeschwollenen Mycelzweige entstehen und mit Kranzkörperchen keimen. Die verderblichste Krankheit ist der

### Steinbrand des Weizens.

Derselbe wird durch zwei verschiedene Tilletia-Arten, nämlich T. Caries[3]) Tul. (T. Tritici Wint.) (Fig. 17) und T. laevis Kühn (Fig. 22) hervor-

[1]) de Bary: Protomyces microsporus u. s. Verwandten. Bot. Zeit. 1874, Nr. 6 und 7. — S. 103 erwähnt übrigens de Bary auch ein Hervortreten von Fadenbüscheln aus den Spaltöffnungen.

[2]) Rabenhorst's Kryptogamenflora, bearbeitet von Winter. Leipzig 1881.

[3]) Syn.: Lycoperdon Tritici Bjerkander. — Uredo Caries DC. — Caeoma segetum Nees. — Uredo sitophila Ditm. — Caeoma sitophilum Lk. — Uredo foetida Bauer. — Erysibe foetida Wallr.

gebracht. Diese Arten differiren im Wesentlichen nur durch den Bau ihrer Sporen. Tilletia Caries Tul. hat leistenförmige Verdickungen auf dem Epispor der runden Spore, Till. laevis Kühn dagegen hat glatte, verschieden große, meist unregelmäßig rundliche Sporen, deren körniger, Oel führender Inhalt viel leichter erkennbar als bei der ersten Art ist. Beide Arten vereint stellen die gefährlichste Brandkrankheit dar. Sie befällt von unseren Getreidearten nur den Weizen und zwar unsere gewöhnlichen Varietäten von Triticum vulgare Vill. mehr, als die südlicher gebauten Arten wie Einkorn (Trit. monococcum L.) und Spelt (Trit. Spelta L.); die Sommerfrucht leidet mehr wie die Winterfrucht[1]) und ebenso leiden manche wilde Gräser davon, wie Aira caespitosa L., Bromus secalinus L., Hordeum murinum L., Poa pratensis L. und Triticum repens L.

Die ersten Zeichen der Krankheit sind vor dem Erscheinen der Aehre schwer zu erkennen; nur eine etwas dunkler-grüne Färbung und scheinbar üppigere Entwicklung verräth die Erkrankung. Selbst wenn die Aehren aus der Blattscheide des obersten Blattes herausgetreten, erfordert die Erkennung schon lange vorhergegangene Bekanntschaft, um zu bemerken, daß die etwas schmaleren und blaugrüner gefärbten Aehrchen ein wenig weiter von einander und etwas mehr von der Aehrenspindel abstehen. Eher verrathen jetzt schon die Blätter durch ihre gelblichere Farbe den krankhaften Zustand. Die vorgeschrittene Entwicklung, welche die junge, brandige Weizenpflanze zuerst auszeichnete, macht sich auch während der Blüthezeit geltend. Die erkrankten Pflanzen zeigen bereits eine Vergrößerung des Fruchtknotens, wenn dieselbe bei normalen noch nicht zu finden ist, und während Letztere in ihrer ganzen Entwicklung bis zur Reife eine gelblichgrüne Farbe bewahren, zeigen die brandigen Fruchtknoten eine dunklere, blaugrüne Färbung. Nun finden sich bald sehr in die Augen springende Merkmale. Die brandigen Aehren bleiben in ihrer Entwicklung zurück und aufrecht, während die gesunden sich bei der zunehmenden Größe der Körner zu neigen beginnen. Das Auseinanderspreizen der einzelnen Aehrchen wird viel auffallender und die breiteren, kürzeren, mehr ausgebauchten Körner schimmern dunkel durch die Spelzen hindurch. Zerdrückt man das harte, äußerlich unversehrte Korn, so findet man die Ursache der dunklen Färbung in der schwarzen Staubmasse, welche an Stelle des Keimlings und des Stärkemehls den ganzen Fruchtknoten ausfüllt. Die schwarze Masse besteht aus den freiliegenden, stellenweise noch etwas verklebten Sporen des Brandpilzes, die erst in der letzten Zeit trocken, pulverig erscheinen und in der Regel als feuchte, übelriechende, breiig anfühlbare Masse auf den nur noch an den Stengelknoten

---

[1]) Nach v. Levetzow sind der Championweizen und nach Fegebeutel Hickling's Prolific als diejenigen englischen Weizensorten anzusehen, welche die guten Eigenschaften des englischen Weizen am meisten ausgeprägt zeigen und dabei wenig oder gar nicht vom Brande leiden sollen. (Fühling's Neue landw. Zeit. 1871, S. 674 ff.)

grünlich erscheinenden Pflanzen angetroffen werden. Diese Beschaffenheit des Sporenpulvers ist die Veranlassung zur Bezeichnung der Krankheit als Stink- und Schmierbrand gewesen. Der stark an Heringslake erinnernde Geruch des Pilzes wird bedingt durch Aushauchen von Trimethylamin, welches als Umbildungsprodukt der stickstoffhaltigen Bestandtheile des Parasiten entsteht. Derselbe Stoff ist bereits bei Maisbrand und Mutterkorn nachgewiesen worden;[1]) seine größere oder geringere Entwicklung scheint von äußeren Umständen abzuhängen.

Wenn man ein brandiges Weizenkorn zu der Zeit durchschneidet, wo die Aehre eben aus der obersten Blattscheide hervorgetreten ist, so findet man nach Kühn die dunkel sattgrün gefärbte Samenschale nach oben zunehmend stark verdickt. An Stelle der Samenknospe erscheint ein dichtes Geflecht von knauelartig verschlungenen Mycelästen des Brandpilzes. Einzelne freigelegte Faden-Enden zeigen, daß sich an kurzen Aesten, die etwas dünner als die sie tragenden Fäden sind, die ersten Sporen bilden, und zwar entstehen zunächst nach Fischer v. Waldheim kleine, birnförmig nach oben angeschwollene Zweigchen, deren oberer Theil sich als ein körniges, glänzendes Bläschen abgrenzt und bald darauf durch seine doppelt contourirte Wandung als selbständiges Gebilde auftritt. Diese Wandung ist das Epispor, welches allmählich dunkler und an seiner Außenseite unebener wird. Der Inhalt des Fadens, von dem sich die junge Spore abgegrenzt hat, wird immer klarer und ärmer an Protoplasma; zuletzt erscheint der ganze Faden nur noch als schwer erkennbarer Rest an der reifen Spore, welche ungefähr 0,016—0,02 mm Durchmesser hat.

Gelangen die Sporen nun bei hinreichender Wärme in genügend feuchte Luft oder Erde (oder auch auf Wasser), so wird nach 2—3 Tagen das Epispor gesprengt und der plasmatische Sporeninhalt tritt, von der Innenhaut (Endospor) umgeben, in Gestalt eines kurzen, verhältnißmäßig dicken Keimschlauches hervor. Je weiter der Keimschlauch, das Promycelium, sich verlängert, um so deutlicher sieht man das Protoplasma sich nach der Spitze desselben hindrängen, wodurch der hintere Theil des Schlauches wasserhell wird und nun genau einige Querwände erkennen läßt, die ihn somit in eine geringe Anzahl Zellen theilen.

Bisweilen finden sich Erscheinungen, welche den oben bei Mucorträgern beschriebenen ähnlich sind. Wenn nämlich ein Keimschlauch einige Zeit hindurch sich verlängert hat, kann er sich gabelig theilen oder einen Seitenast entwickeln. In beiden Fällen beobachtet man häufig ein Absterben des einen Theiles der Verzweigung, so daß immer nur eine einzige fortwachsende Spitze übrig bleibt. Der Sachverhalt ändert sich aber, sobald die Spitze des Keim-

---

[1]) Wolf und Zimmermann: Beiträge zur Chemie und Physiologie der Pilze. Bot. Zeit. 1871, S. 299.

schlauches in unmittelbare Berührung mit der Luft tritt. An dieser Spitze werden nämlich kleine Erhöhungen sichtbar, welche sich verlängern und zu einem Büschel von 6—10 zugespitzten, annähernd gleich langen Fäden auswachsen (Fig. 17k). Zwei neben einander liegende Fäden sind oft durch eine kleine Brücke mit einander verbunden, so daß ein derartiges Fadenpaar die Gestalt eines *H* nachahmt (Fig. 18). Dieses Verwachsen zweier Sporidien durch eine Brücke, welches ebenfalls reichlich bei den einzelnen Arten des Staubbrandes vorkommt, faßt man als Copulation auf. Nach einiger Zeit brechen die Fäden, die, wie ein Kranz, die Spitze des Promycels umgeben und darum Kranzkörperchen genannt worden und die als Knospen oder Sporidien anzusprechen sind, von ihrer Ursprungsstelle ab; sie können sich nun entweder direkt fadenartig verlängern oder aber auch Knospenzellen (Sporidien) zweiten Grades (Fig. 19 sp) bilden, indem sie an ihrer Spitze oder an den Seiten auf dünnen Stielchen kleine, etwa halbmondförmig gebogene Sprossen hervorbringen, in welche ein Theil des Protoplasma hineinwandert. Die Bildung solcher sekundären Knospenzellen kann unter Umständen eine sehr reichliche werden und auf diese Weise den Grad der Vermehrungsfähigkeit noch erhöhen, den der Steinbrand durch die Erzeugung so reichlicher Sporenmengen schon an und für sich besitzt.

Es wird hiermit auch erklärlich erscheinen, wie eine ursprünglich kleine Sporenmenge, die in einem Jahre dem Acker zugeführt wird, im nächsten Jahre bedeutende Verheerungen selbst bei Anwendung von brandfreiem Saatgute anrichten kann. Hat der Acker nämlich im vorigen Jahre brandige Aehren getragen oder hat er durch zu kurze Zeit im Stall gewesenen Dünger oder durch benachbarte, stehengebliebene, wilde Gräser Brandsporen zugeführt erhalten, so wird ein Theil derselben bei der Beackerung im Frühjahr auf oder in die Nähe der Bodenoberfläche gelangen und keimen. Das gleichzeitig keimende Samenkorn bietet den geeigneten Entwicklungsheerd für den Parasiten, der, nun die Zellen durchbohrend, eindringt und mit der Mutterpflanze gleichzeitig sich entwickelt. Sind nur wenige solcher Keimschläuche eingedrungen, so kann es kommen, daß die Fäden des Myceliums in die Seitenknospen einwandern und den Haupttrieb verschonen. Wir erhalten nachher die Seitenähren brandig. Ebenso kann der umgekehrte Fall eintreten.

Die ersten Impfversuche citirt Meyen[1]). Dieselben wurden von Gleichen an Weizen ausgeführt und in den „Auserlesenen mikrosk. Entd. ꝛc. Nürnberg 1781 veröffentlicht. An einer Stelle wurde das Saatgut ganz rein und trocken verwendet; an einer zweiten Stelle wurde Weizen, der vorher stark durchnäßt war, an einem dritten Orte derselbe Weizen, welcher nach dem Begießen stark mit Brandstaub bestreuet worden, ausgelegt. Das Resultat war in die Augen springend. Während da, wo reines Saatgut gewählt

---

[1]) Pflanzenpathologie S. 111.

worden, keine oder nur wenige brandige Aehren beobachtet wurden, zeigte die mit Brandstaub stark bestreuete Saat mindestens ein Drittheil aller Aehren brandig; in einzelnen Fällen wurden mehr brandige als gesunde Aehren geerntet.

Das Verdienst, mikroskopisch das Eindringen des Pilzes am Weizen beobachtet zu haben, gebührt Kühn. Die Keimung der Tilletiasporen und ihre Sporidienbildung verfolgte zuerst Prévost, und Tulasne bestätigte 1853 diese Beobachtungen.

## Der Kornbrand oder Kugelbrand des Roggens.

Von geringer Bedeutung ist diese bisher selten in großer Ausdehnung beobachtete, durch Tilletia secalis Kühn hervorgerufene Krankheit, die schon seit 1847 bekannt ist. Die bisweilen an der Spitze schnabelförmig ausgezogenen, erkrankten Roggenkörner sind mit dem schwarzbraunen Pulver der Brandsporen angefüllt. Letztere sind wie bei dem Steinbrand gefeldert, aber die leistenartigen Erhabenheiten des Epispors sind höher. Gemeinsam mit der vorigen Krankheit ist der eigenthümliche Geruch der Brandähren.

In seinem Verlaufe dem Steinbrande des Weizens ähnlich, beschreibt Kühn den Lolchbrand, der durch Tilletia Lolii Auersw. auf dem englischen Raygrase (Lolium perenne L.) und dem Taumellolch (Lol. temulentum L.) hervorgerufen wird. Hier sowohl, wie bei Tilletia sphaerococca Rabh., welche das gemeine Straußgras (Agrostis vulgaris With.) und den Windhalm (Apera Spica venti P. B.) befällt, wird der Fruchtknoten vom Brandpilz zerstört. Dagegen wird durch Tilletia endophylla dBy (Uredo olida Riess) auf der Zwenke (Brachypodium pinnatum P. B.) das Blattparenchym angegriffen; ebenso hat unser Honiggras (Holcus mollis L.) die Tilletia de Baryana Fisch. auf den Blättern aufzuweisen. Das braune Pulver dieses Pilzes bricht auch in Längsreihen aus den Blättern einer Trespe (Bromus inermis Leyes) hervor. Fuckel erwähnt noch zwei Arten, von denen die eine, Tilletia Milii Fuck. (T. striaeformis oder de Baryana nach Winter) auf den Blättern des Waldflattergrases (Milium effusum), die andere, T. Calamagrostis, auf den Blättern vom Sandrohr (Calamagrostis epigeios) vorkommt. In den Fruchtknoten von Molinia coerulea wächst T. Moliniae[1]). In den Fruchtknoten von Triticum repens und glaucum Desf. findet sich T. controversa Kühn; bei Apera Spica venti wird der Fruchtknoten bewohnt

[1]) Winter rechnet hierher einen als Vossia Thüm. (V. Moliniae Thüm.), Oesterr. Bot. Zeit. 1879, S. 18, aufgeführten Schmarotzer. Derselbe erzeugt an den Fruchtknoten von Molinia coerulea große, aufgeschwollene, tief schwarzbraune, ziemlich harte Deformationen, meistens von der Größe der ausgereiften Samen und selbst auch noch einmal so groß; sie enthalten die elliptischen, bisweilen eiförmigen oder keuligen Sporen, welche schmutzig dunkelbraun, 20—30 Mik. lang, 14—16 Mik. breit sind. Die Sporen tragenden Mycelästchen sind ziemlich lang, sehr schlank, hin und her gebogen, farblos; sie lösen sich nicht, wie bei Tilletia, schon vor der völligen Sporenreife auf, sondern bleiben auch noch nach derselben erhalten und bilden um die Spore herum einen Gallertschlauch oder eine Gallerthülse mit einem mehr oder minder langen, stielartigen Anhängsel, welches Merkmal die Gattung von Tilletia unterscheidet. Körnicke (Oesterr. Bot. Zeit. 1879, S. 217) tauft, da der Name Vossia bereits an eine ostindische Gramineengattung vergeben, den Pilz Neovossia Kcke.

von Till. separata Kze. Als besondere Art T. decipiens Pers. führt Winter die im Fruchtknoten von Agrostis stolonifera und vulgaris vorkommende Brandart (T. Caries, f. Agrostidis, T. sphaerococca Fisch.) auf. Fischer v. Waldheim[1]) erwähnt noch Till. bullata Fuck. auf Polygonum Bistorta und viviparum, sowie auf Rumex obtusifolius; ferner T. Magnusiana F. d. W. auf Panicum geniculatum, T. calospora Pass. auf Alopecurus agrestis, T. Hordei Kke. auf Hordeum fragile und murinum. Till. Rauwenhoffii F. d. W. (Polycystis Holci West. in Holcus lanatus, Till. Thlaspeos G. Beck. in den Samenknospen von Thlaspi alpestre.

## Schroeteria Wint.

Nur um den Ueberblick über den Formenkreis der Brandpilze zu vervollständigen, erwähnen wir die früher als Geminella Schroet. aufgeführte Brandart, die sich dadurch auszeichnet, daß zwei (selten drei) Zellen, die mit breiter Berührungsfläche zusammenhängen, eine Spore darstellen. Ihre Keimung ist entweder, wie bei Tilletia, mit der Bildung von Kranzkörperchen (Fig. 25 k) oder unter Abschnürung kugeliger, hefenartiger Zellen (Fig. 25 h) beobachtet worden.

Die einzige bekannte Art Schr. Delastrina Wint. (Thecaphora Del. Tul., Geminella Del. Schroet.) kommt in den Placenten und Samenknospen von Veronica arvensis, triphyllos, praecox All. und hederifolia vor und verleiht den sonst nicht veränderten Früchten ein bläulich grünes Ansehen.

## Urocystis Rabh.

hat Sporenballen aus mehreren ungleichwerthigen Zellen gebildet. Es befinden sich nämlich in den Ballen eine oder mehrere größere, dunklere Zellen (Hauptsporen, Fig. 20 und 21 h) und zahlreichere flache, dieselben umgebende, nicht keimende Nebensporen n. Die Keimung der Hauptsporen erfolgt durch Kranzkörperchen.

### Der Roggenstengelbrand.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 20 u. 21.)

Die durch Urocystis occulta Rabh.[2]) verursachte Krankheit tritt auf Roggen und Weizen bei uns meist nur vereinzelt auf, in Süd-Australien dagegen soll sie nach Hansteins Angaben[3]) in den fünfziger und sechsziger Jahren

---

[1]) Fischer v. Waldheim: Revue des plantes nourricières des Ustilaginées. Moscou 1877.

Les Ustilaginées. Esquisse monographique. Varsovie 1878, russisch.

[2]) Syn.: Erysibe occ. Wallr. — Uredo parallela Berk. et. Br. — Uredo occ. Rabh. — Thecaphora occ. Desm. — Polycystis pompholigodes Lév. — Polyc. parallela Berk. — Urocystis Preussii Kühn. — Uroc. Tritici Kcke. — Uroc. Ulii Magn. etc. (s. Winter l. c.).

[3]) Bot. Zeit. 1864, S. 72.

derartig verwüstend beobachtet worden sein, daß in einzelnen Fällen zwei Drittel der Ernte verloren gingen. Der Brandpilz erscheint nicht nur im Fruchtknoten, sondern auch im Stengel und in den Blattscheiden; namentlich leidet das oberste Halminternodium, das nicht selten an einer Seite aufgerissen erscheint und das schwarze Sporenpulver des Pilzes zu Tage treten läßt. Bisweilen sind alle Theile der Pflanze befallen und die Aehre vollständig brandig; in andern Fällen sind die vegetativen Theile stark erkrankt, die Aehre selbst aber nicht pilzhaltig, sondern nur vertrocknet; dann und wann kommt die Aehre auch nicht einmal aus der obersten Blattscheide heraus. Wenn der vegetative Apparat brandig ist, findet sich der Pilz in dem Zellgewebe zwischen den Gefäßbündeln zuerst in Gestalt weißlich durchschimmernder Streifen von verschiedener Länge. Die Streifen werden mit der Zeit schwarz, die Oberhaut des Pflanzentheiles reißt entzwei und das die dunklere Färbung veranlassende Sporenpulver wird frei. Dasselbe besteht aber nicht aus einzelnen Sporen, sondern aus charakteristischen Sporenknäueln, in denen man eine bis zwei mittlere, dunkelste und größte Sporen unterscheidet (Taf. VIII, Fig. 20 u. 21). Dieselben sind noch von mehreren kleineren, etwa halbkugeligen, mattbraun gefärbten Zellen in verschiedener Anordnung umgeben, welche mit ihrer breiten, flachen Basis den keimfähigen Sporenzellen fest aufsitzen. Ihr fast durchsichtiger, wässeriger Inhalt läßt schon vermuthen, daß sie nicht das genügende plastische Material besitzen, um einen Keimschlauch zu treiben und in der That ist auch noch nie eine Keimung derselben beobachtet worden.

Die Entwicklung dieser Sporenknäuel bei dem Roggenstengelbrande ist eine von andern Brandarten abweichende. Zwar ist hier ebenfalls an den Orten, wo die Sporenbildung beginnen soll, in dem noch jugendlichen, stickstoffreichen Gewebe, das Mycel in strotzender Entwicklung, ohne noch eine Scheidewandbildung zu zeigen; es wird ebenfalls dünner und dünnwandiger, sowie mit ölreichem Plasma erfüllt. Die Sporen bildenden Fäden erreichen sogar dadurch noch mehr Aehnlichkeit mit den entsprechenden Gebilden der andern Brandarten, daß sie nun nicht mehr, wie bisher intercellular wachsen, sondern durch die Zellen sich hindurchbohren, ohne erst mit einer Celluloseschiede sich zu umgeben und daß sie sich reich verästeln, wobei sie das noch junge Gewebe der Nährpflanze resorbiren. Aber während bei dem später zu erwähnenden Ustilago Carbo aus den nur noch selten dünnere Zweige treibenden Verästelungen die Sporen in kleinen Anschwellungen bald seitlich, bald in der ganzen Länge des Fadens entstehen und beim Steinbrande sich an den Enden feiner, keulig anschwellender Zweige einzeln bilden, senden die plasmastrotzenden Fäden bei Urocystis occulta zunächst zahlreiche, verschieden dicke Zweige aus. Sobald zwei oder mehrere solcher Zweige auf einander treffen, verschlingen sie sich in eigenthümlicher Weise mit einander und ihre Enden schwellen keulig an. Mit dem fortschreitenden Wachsthum der entstandenen Knäuel werden die Membranen der sie zusammensetzenden Fäden undeutlich; in der gleichmäßig werdenden Inhaltsmasse treten kleine Oeltröpfchen auf. „Der ganze Knäuel, sagt Wolff[1]), umgiebt sich mit einer Membran, welche ihn, sich nach innen fortsetzend, oft in mehrere, fest aneinanderhaftende

[1]) Wolff: Der Brand des Getreides, 1873, S. 27.

Parthieen scheidet; die Bildung eines jungen Urocystis-Sporenhäufchens ist damit beendet. Dasselbe trennt sich dabei auch von den Bildungsfäden durch eine Membran. Mit seinem fortschreitenden Wachsthume verdickt sich das feine Endosporium (?), wird deutlich doppelt contourirt, nimmt bräunliche Färbung an und nun beginnt die Bildung der eigenthümlichen, sporenartigen Anhängsel. Es legen sich nämlich in verschiedener Anzahl und an beliebigen Stellen des jungen Sporenhäufchens Fäden des umgebenden Mycels fest an dasselbe an; diese schwellen an ihren Enden ebenfalls keulenförmig, oft sehr beträchtlich auf; diese Enden trennen sich von dem Faden durch eine Querwand ab, erhalten unter einer der vorbesprochenen gleichen Inhaltsveränderung eine feine Membran, welche sich verdickt und bald doppelte Contour und bräunliche Färbung erkennen läßt."

Die Keimung der dunkeln, innersten Sporen des Knäuels schließt sich an die der Tilletia an. Mehr als drei Keimschläuche (Fig. 20 u. 21 p) sind bisher an einem Sporenballen nicht beobachtet worden; ihre Dicke ist sehr variabel und nur die stärkeren entwickeln Sporidien in Gestalt der Kranzkörperchen des Steinbrandes, aber in meist geringerer Anzahl und von ungleicher Länge und Dicke (Fig. 20 u. 21 k). Die Copulation der Kranzkörperchen, sowie die Bildung sekundärer Sporidien scheinen hier nur seltene Vorkommnisse zu sein. Die Kranzkörperchen oder Sporidien keimen bald nach ihrer vollkommenen Ausbildung, ohne sich von dem Promycel zu trennen, indem meist an der Basis ihrer nach außen gerichteten Seite eine Anschwellung entsteht, welche zu einem etwa nur halb so dick, wie die Sporidie werdenden Keimschlauche (Fig 21 m) auswächst. Der Keimschlauch dringt nun durch die Epidermis des ersten scheidenförmigen, noch nicht durchbrochenen Blattes, wobei Promycel und Sporidie schnell ihren Inhalt verlieren und zerfallen. Das Eindringen in die Epidermiszelle ist ganz charakteristisch, indem nämlich der Keimschlauch zwar die Cuticula und die äußeren Schichten der Epidermiswandung durchbohrt, aber die innersten, jüngsten Schichten derselben nur ausstülpt, so daß er, sammt seinen schon hier auftretenden, reichlichen Verzweigungen von einer Celluloseſcheide umgeben ist. Solche Verzweigung innerhalb der ersten Epidermiszelle findet bei den Keimfäden der andern Brandarten nicht statt. Nachdem das junge Mycel die zweite Wandung der Epidermiszelle durchbrochen, wächst es nach Wolff[1]) in den Intercellularräumen weiter und sendet nun feine Haustorien in das Zellinnere, während das Mycel von Staub-Hirse- und Steinbrand wieder neue, innere Zellen durchbohrt und innerhalb derselben von neuen Celluloseſcheiden umgeben wird. Wenn bei diesen letzteren Brandarten das Mycel in den Intercellularräumen vorwärts geht, sendet es, wie bereits erwähnt, gedrehte, knaulige Haustorien in die Zellen hinein. Der ganze Plasmainhalt häuft sich in dem vorderen Theile des Fadens, während alsbald die älteren Theile des Mycels rein wässerigen Inhalt haben, sich durch Scheidewände abgrenzen und bald absterben, aber noch längere Zeit in

[1]) Wolff: a. a. O., S. 21.

den Nährgeweben, die ja überhaupt nicht durch die Eingriffe des Mycels absterben, kenntlich bleiben. Nach demselben Beobachter geht nun das Mycel nicht, wie man wohl vermuthen könnte, in dem scheidenförmigen Blatte abwärts nach dem Knoten hin, sondern durchwächst quer das ganze Organ, durchbohrt die innere Epidermis und wandert auf diese Weise in das junge, grüne, eingeschlossene, erste vollkommene Grasblatt, um auch dieses in derselben Richtung zu durchziehn, das innerste, jüngste anzugreifen und in den noch unentwickelten Halm zu gelangen. Hier durchwuchert es vorzugsweise die Knoten. Beginnt der Halm, sich zu strecken, so kann bei der außerordentlichen Schnelligkeit dieses Vorganges das Mycel nicht folgen; es wird zerrissen und gelangt nur in dem obersten, jüngsten Halmgliede und (bei den andern Brandarten) nur in der Aehre zur weiteren Entwicklung, indem es sich allmählich zur Sporenbildung anschickt.

Die Gattung Urocystis veranlaßt auch in Gartenpflanzen bemerkliche Störungen; dies gilt besonders von U. Violae (Sorosporium schizocaulon Ces. var. Violae Casp.). Die Blätter und Ausläufer, namentlich aber die Blattstiele von unserm Gartenveilchen, Viola odorata, werden von dem Schmarotzer bewohnt. Die Blattstiele zeigen dabei oft mehrere Centimeter lange, tonnenförmige oder schwielige Auftreibungen und in Folge dessen Verkrümmungen. Ebensolche Anschwellungen und Schwielen erzeugt U. Anemones Wint. (U. pompholigodes Rabh.) in den vegetativen Theilen von Anemone Pulsatilla, alpina, nemorosa, Hepatica u. A., sowie an Ranunculus Ficaria, repens, bulbosus, an Adonis vernalis, Helleborus viridis und Aconitum Lycoctonum.

Bei uns bis jetzt noch nicht in großer Ausdehnung gefunden, in Amerika dagegen bereits als arger Schädiger der Speisezwiebelkulturen bekannt ist Uroc. Cepulae[1]) Frost (U. Colchici Wint.) Der Schmarotzer nistet in den saftigen Zwiebelschalen und den grünen Blättern, erzeugt blasige Schwielen anfangs unter der gespannten Epidermis und tritt schließlich als braunschwarzes Pulver zu Tage. Wenn sich die Ansicht Winter's bestätigt[2]), daß U. Colchici, der von Farlow[3]) und Magnus[4]) als eine abweichende Art betrachtet wird, mit U. Cepulae identisch ist, dann haben wir eine leichte Infection von andern Nährpflanzen zu erwarten; denn U. Colchici wird noch angegeben in den Blättern von Convallaria Polygonatum, Ornithogalum umbellatum, Scilla bifolia, Muscari comosum und racemosum, Colchicum autumnale und Allium rotundum. Als Urocystis primulicola beschreibt Magnus einen Pilz, der auf der Insel Gotland in den Fruchtknoten von Primula farinosa gefunden worden ist.

Während bei den bisher genannten Parasiten die Keimung beobachtet worden und dadurch ihre Stellung im System gefestigt ist, bleibt dies bei folgenden Arten noch zu erwarten: U. Gladioli Wint., der Auftreibungen an Knollen und oberdischen Theilen von Gladiolus communis und imbricatus hervorruft. Ferner U. Filipendulae Fuck. an den Blattstielen und Nerven von Spiraea Filipendula; U. Luzulae bildet

---

[1]) Cornu (Le charbon de l'Oignon ordinaire. Compt. rend. 7, Juillet 1879) giebt eine ausführlichere Darstellung.

[2]) Rabenhorst's Kryptogamenflora, S. 120.

[3]) Bulletin of the Bussey-Institution, Vol. II.

[4]) Bot. Centralbl. 1880, S. 349.

graue Striche in den Blättern von Luzula pilosa Willd.; U. Fischeri Kcke. in den Blättern und Halmen von Carex acuta und muricata; U. Corydalis Niessl in den Blättern von Corydalis cava Schweigg. ist nach Winter und Woronin wahrscheinlich eine Entyloma; U. sorosporioides Kcke in den Blättern und Blattstielen von Thalictrum foetidum ist wahrscheinlich U. Anemones. Als ächte Urocystis-Arten (nach Woronin) gehören noch hierher U. Orobanches F. v. W. auf Orobanche ramosa und U. Monotropae F. v. W. auf Monotropa Hypopitys.

## Doassansia Cornu.

Reichzellige Sporenballen, die eine Rindenschicht, wie bei Urocystis von einer centralen Hauptsporenmasse unterscheiden lassen. Die Nebensporen haben sehr dicke, braune Membranen und sind leer; die Hauptsporen sind etwas bräunlich, derbwandig, plasmaerfüllt und keimen wie Tilletia, aber ohne Copulation der Sporidien. Die Sporen haben nach Fisch[1]) kein Endospor.

D. Alismatis[2]) Fries auf den Blättern von Alisma Plantago, D. Sagittariae[3]) Fkl. in der Oberseite der Blätter von Sagittaria sagittifolia und heterophylla, D. Farlowii[4]) Cornu auf Früchten von Potamogeton, D. (?) Epilobii Farlow[5]) auf Epilobium alpinum in Nordamerika. Eine Brandart mit einem scharf differenzirtem Sporenbehälter trennt de Bary[6]) als Sphacelotheca ab. Die bisher als Ustilago Hydropiperis beschriebene, in den Blüthen von Polygonum Hydropiper vorkommende Art hat zur Aufstellung der Gattung Veranlassung gegeben.

## Tuburcinia.

Die Gattung wird von vielen Forschern zu der später zu erwähnenden Gattung Sorosporium gezogen, ist aber nach Woronin's eingehenden Untersuchungen[7]) bestimmt zu trennen. Wir finden hier vielzellige, dunkelbraune Sporenballen, deren Zellen alle von gleichmäßiger Färbung und Werthigkeit sind, sich also dadurch von Urocystis unterscheiden. Diese Zellen sind bei der einzigen, bis jetzt fest hierher zu ziehenden Art, T. Trientalis Berk. et Br., durch eine feste Haut zusammengehalten, wodurch sie sich, sowie durch ihre Färbung und ihr glattes Exospor, von der Gattung Sorosporium unterscheiden.

---

[1]) Fisch: Entwicklungsgeschichte von Doassansia Sagittariae. Ber. d. deutschen Bot. Ges. 1884, S. 405.

[2]) Syn.: Perisporium Alismatis Fr. — Dothidea Alism. Lsch.

[3]) Syn.: Physoderma Sagittariae Fckl. — Protomyces Sagittariae Fckl.

[4]) Syn.: Sclerotium occultum Hoffm.

[5]) Notes on Some Ustilagineae of the United States. Bot. Gaz., August 1883.

[6]) de Bary: Vergleichende Morphologie der Pilze, 1884, S. 187.

[7]) M. Woronin: Beitrag zur Kenntniß der Ustilagineen. Beiträge zur Morphologie und Physiologie der Pilze von de Bary und Woronin, V. Reihe, Frankfurt 1882.

Den Hauptunterschied liefert die Keimung, die ebenfalls mit Bildung von Kranzkörperchen erfolgt.

Der Pilz verleiht der Nährpflanze, Trientalis europaea schon im Frühjahr ein eigenthümliches Ansehen. Der Stengel ist etwas geschwollen; anstatt glatt und hellgrün zu sein, besitzt er eine rauhe, marmorirte Oberhaut, die immer dunkler wird und zuletzt fast schwarz aussieht. Die Blätter sind bleicher und etwas kleiner, wie bei den verspillerten Pflanzen. Auf ihrer Unterseite haben sie einen weißen, schimmelartigen Anflug, der von einer Conidienbildung herrührt. Es treten nämlich (Taf. VIII, Fig. 28) sowohl durch die Epidermiszellen, als auch durch die Spaltöffnungen sp Büschel von Mycelfäden m und steiferen, pfriemenförmigen, mehrere Conidien nach einander abschnürenden Aesten k hindurch, die in ihrer Massenhaftigkeit einen gleichmäßigen, flaumigen Ueberzug darstellen. Das intercellular verlaufende Mycel m, das bisweilen auch in den Gefäßen zu finden ist, sendet zahlreiche, traubige Fadenbüschel, Haustorien, h, in die Parenchymzellen. Die schwarzen Flecke an Blättern und Stengeln zeigen die im Gewebe liegenden Sporenballen an, welche durch Aufreißen der Epidermis zu Tage treten.

Häufiger ist der Pilz zu Ende des Sommers und im Herbste anzutreffen. Dann erscheinen aber die Stengel ganz normal; auch die Blätter haben keinen Schimmelanflug und nur schwarze, unregelmäßige Flecke, die von den massenhaft angehäuften, intercellularen Sporenballen herrühren. Diese Dauersporen keimen im Spätherbst, bilden an den Kranzkörperchen Secundärsporidien und diese das Mycel, welches in die jungen, zur Ueberwinterung bestimmten Sprosse eindringt.

Im Frühjahr wächst das Mycel im Stengel in die Höhe und erzeugt die oben beschriebene, Conidien tragende Frühjahrsform der Krankheit. Die birnenförmigen Conidien verstäuben und senden, wo sie auf den Blättern keimen, ihre Keimschläuche in das Blattgewebe. Aus diesem Mycel entwickeln sich nur Haufen von Dauersporen, die der Herbstform ihr charakteristisches Ansehen verleihen.

## **Sorosporium** Rudolphi.

Die charakteristischen Merkmale dieser Gattung sind schon im Wesentlichen bei Besprechung der Vorigen gegeben worden. Wir haben es hier auch mit Sporenballen, die aus vielen gleichartigen Zellen bestehen, zu thun. Der Hauptunterschied liegt in der Keimung. Die Sporen treiben nach W o r o n i n's Untersuchungen lange, vielgliederige Keimschläuche, die sich an ihrer Spitze bisweilen verzweigen, aber k e i n e Sporidien bilden. Die hierher gehörige, bekannteste Art ist **S. Saponariae Rud.** in den vom bleichen, sonst nicht veränderten Kelch eingeschlossenen Blüthen von **Silene inflata, Stellaria Holostea, Cerastium arvense, Dianthus deltoides, Tunica Saxifraga Scop.** und **Sapo-**

naria officinalis. Blumenblätter, Staubgefäße und Fruchtknoten sind dick, kurz und von dem rostbraunen Sporenpulver bedeckt.

### **Thecaphora** Fingerh.

Die hellbraun gefärbten Sporenkörper bestehen aus etwa 4—12 fest zusammenhaftenden Zellen. In seltneren Fällen ist der Ballen nur aus zwei Zellen, bisweilen aber auch aus zwanzig Zellen gebildet, deren freie Außenfläche mit stumpf-stacheligem Exospor bekleidet ist. In der Mitte der Außenfläche zeigt sich bei jeder Zelle ein heller, runder, stachelloser Fleck, der als Keimpore sich darstellt. Hier bricht das Endospor als Keimschlauch durch. Dieser hat ein begrenztes Wachsthum, ist somit ein Promycel, treibt aber, statt Sporidien zu bilden, aus seinen einzelnen Gliedern Keimfäden, die mit ihren Spitzen in Copulation treten und nach dieser Verbindung erst den eigentlichen Mycelschlauch entwickeln.

Diesen Entwicklungsgang zeigt Th. hyalina Fing., die bei Phaca alpina Jaqu., Astragalus glycyphyllos, Lathyrus pratensis, Convolvulus sepium und C. arvensis gefunden worden ist. Der Pilz zerstört das gesammte Gewebe der Samen und füllt diese mit dem braunen Sporenpulver aus.

### **Tolyposporium** Woron.

ist ein Sorosporium, dessen dunkelbraune Sporenballen aber Keimschläuche mit Sporidien entwickeln. Diese Sporidien entstehen jedoch nicht an der Spitze des Promycels; vielmehr theilt sich dasselbe in mehrere (meist acht) Glieder und jedes dieser Glieder treibt mehrere kurze, cylindrische oder spindelförmige und gekrümmte, seitliche Zweigchen, die sehr leicht abfallen.

Die einzige hierher gehörige Art ist Tol. (Sorosporium) Junci in den Halmen und Fruchtknoten von Juncus bufonius und capitatus Weig.

### **Schizonella** Schroet.

entspricht unter den durch seitliche Sporidienbildung zusammengehörigen Brandpilzen der Gattung Schroeteria aus der andern Gruppe, die durch Kranzkörperchen charakterisirt ist. Die einzige, bis jetzt bekannte Art ist Schizonella melanogramma (Geminella mel. Magn. — Thecaphora mel. Lev.) in den Blättern von Carex praecox Jaqu., digitata, rigida Good. u. A., in denen sie schwarze Streifen bildet.

### **Ustilago** Link.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 1—16.)

ist die artenreichste, für die Kulturpflanzen verderblichste Gattung. Hier sind keine Sporenballen mehr vorhanden, sondern jede Spore besteht nur aus einer

einzigen Zelle und keimt mit einem Promycel, welches ebenfalls, wie bei den vorgenannten beiden Gattungen seine Sporidien seitlich erzeugt.

Die Ustilago-Arten bewohnen neben unseren Getreidepflanzen und Futtergräsern auch viele Sauergräser (Carex); außerdem aber finden sich einzelne in den Blüthen mancher Zwiebelgewächse, wie der Meerzwiebel, der Traubenhyacinthe, mancher Nelken, Knöterichgewächse, Körbchenträger u. s. w. Meistentheils werden auch hier die Blüthenorgane sammt dem Fruchtknoten zerstört, aber die Art der Zerstörung ist insofern eine von der durch Tilletia verursachten abweichende, als die meist glatten Sporen ein offen zu Tage tretendes, schwarzes Pulver bilden, also nicht, wie bei dem Steinbrande, von dem erkrankten Nährorgane umschlossen bleiben. Das Mycelium der Gattung Ustilago ist auch mannigfaltiger, als das von Tilletia; diese Mannigfaltigkeit bezieht sich zunächst auf die Ausbildung der Haftorgane (Haustorien), welche z. B. bei Ustilago longissima L. auf dem Mannaschwaben (Glyceria aquatica, G. fluitans und spectabilis) an den langgestreckten Mycelfäden weit weniger entwickelt sind, als bei dem Maisbrande (Ustilago Maydis Fig. 2b), Die Dicke der Mycelfäden schwankt von 0,002 mm (Arrhenatherum elatius) bis 0,004 mm (Ustilago longissima auf Glyceria). In den dünnwandigen und langgestreckten Geweben ist das Mycel selbst gerader gestreckt; dagegen ist es in den Knoten und derbwandigen Zellen gewundener, dünner, aber mit zahlreicheren Haustorien versehen, die immer nur in den Zellen sich nachweisen lassen. Eine sehr eigenthümliche Erscheinung, die uns zeigt, welchen Reiz der Pilzfaden auf seine Unterlage ausübt, ist bei dem Staubbrande des Getreides (U. Carbo), dem Roggenstengelbrande, dem Maisbrande und dem Blüthenbrande des Seifenkrautes beobachtet worden. Hier findet man, wie erwähnt, in einzelnen Zellen die langen, geraden Mycelfäden von einer Cellulosescheide (Fig. 2a, 3 u. 4) eingehüllt und dadurch unkenntlich gemacht. Diese Scheide ist als eine Wucherung der Zellwand der Nährpflanze in Folge des Einflusses des Pilzfadens nach (Fischer von Waldheim), oder als die durch den darunter sich hinziehenden Mycelfaden bewirkte Ausstülpung der innersten Celluloselamelle der Zellwand (nach Wolff) zu erklären.

Bei dem Getreidestaubbrande auf Gerste, Hafer, Wiesenhafer und Weizen ist das Mycel in der ganzen Pflanze in der Nähe der Gefäßbündel beobachtet und zwar am reichlichsten in den Knoten und der Aehrenspindel gesehen worden; höchst selten nur war es in den Seitenorganen, wie in den Blättern und Grannen oder Wurzeln nachweisbar. Dies kommt daher, daß meist die Blätter in erster Jugend quer vom Mycel an einer Stelle durchwachsen werden und daß von diesem einen Angriffspunkte aus sich das Mycel meist sehr wenig in der Längsrichtung des Blattes fortpflanzt.

Wenn das Mycel sich zur Sporenbildung anschickt, quillt die Membran der Fäden bedeutender auf; ebenso vergrößert sich später (nach Fischer v. W.) auch der Innenraum, das Lumen, der Zellen, so daß der Querdurchmesser der Fäden von 0,003 mm bis auf 0,008 mm zunimmt (Fig. 7). Jod färbt ihren Inhalt gelb bis braungelb; die im Wasser noch etwas aufquellende Membran, welche der schwachen Schwefelsäure widersteht und erst in concentrirterer Säure sich nach längerer Einwirkung löst, bleibt in Jod ungefärbt. In denjenigen Fäden, die, wie bei dem Maisbrande, Oel enthalten, tritt dasselbe sehr deutlich vor der Sporenbildung auf (Fig. 8) und wird wahrscheinlich bei derselben verbraucht. Nach Fischer v. W. zerfallen meist bei der Gattung Ustilago die Fäden direkt zu Sporen, wobei ihr Umfang größer, ihr Lumen zunächst aber enger wird. Bei einzelnen Arten wie z. B. dem Maisbrande aber bilden sich zahlreiche Verzweigungen, aus denen sich die Sporen entwickeln (Fig. 5a, 8a). Immer schwellen an einzelnen Stellen die Fäden an und an diesen Anschwellungen erweitert sich später ihr Lumen, während die Membran noch gallertartiger wird (Fig. 9). Der Inhalt theilt sich allmählich in so

viel Theile, als der Faden Anschwellungen zeigt. Die vielen Seitensprossen des wellig gewordenen Fadens bilden mit demselben eine knauelartige Masse, deren Wandungen mit einander verkleben. Dabei gewahrt man aber, daß die ganze Masse der Fäden immer deutlicher in einzelne Parthieen sich gliedert, welche die ersten Anlagen der Sporen darstellen und bis zur Ausbildung derselben mit einander in Zusammenhang bleiben (Fig. 10).

Wie bei dem Steinbrande sieht man allmählich die einzelnen Inhaltstheilchen mit einer Haut umgeben und damit die einzelne Spore abgegrenzt (Fig. 11). In dem Maße, als der Inhalt der jungen Spore sich vermehrt und einzelne Oeltröpfchen auftreten, schwindet die gallertartige Membran des sie ursprünglich umkleidenden Zellfadens. Wenn die äußere Haut, das Epispor, sich färbt und die Spore endlich ihre abgeflacht-kugelige Gestalt annimmt, ist keine Spur mehr vom ursprünglichen, gallertartigen Faden zu entdecken.

Wir haben nun das lockere, braunschwarze Pulver, welches an Stelle der Körner die kranken Aehren unserer Getreidefelder schon weithin kenntlich macht und welches bei geringer Bewegung des Halmes zu verstäuben beginnt. Darum führt die Krankheit den sehr bezeichnenden Namen Staubbrand oder Flugbrand.

Bei der Keimung der Sporen wird das Episporium meist spaltenförmig gesprengt; der heraustretende Keimschlauch ist gerade (Fig. 12), oder wellig gebogen, bisweilen geknieet (Fig. 14), der Regel nach im Wachsthum begrenzt und durch seine alsbald eintretende Knospenbildung als Promycel charakterisirt. Vorzugsweise entstehen drei laterale Sporidien und eine terminale (Fig. 16) an den Promycelien, von welchen ausnahmsweise auch einmal zwei aus einer Spore entspringen können. Bisweilen sitzen die Sporidien auf kleinen Stielchen (Sterigmen), wie bei Ust. Carbo auf dem französischen Raygrase. Gewöhnlich nach, in einzelnen Fällen vor der Sporidienbildung (Ustil. receptac. auf Tragopogon prat.) theilt sich das Promycel durch Querscheidewände und stirbt allmählich ab. Nach ungefähr einem Tage tritt sowohl bei den noch auf dem Promycel festsitzenden, als auch bei den freien Sporidien die Copulation ein. Diese Copulation, die als einfache Verbindung zweier Knospenzellen durch seitlich auf einander zu wachsende Ausstülpungen erscheint, wird von einzelnen älteren und neueren Forschern für einen ähnlichen Akt, wie bei Mucor beschrieben worden ist, gehalten, also für einen die Befruchtung vertretenden Vorgang.[1]) Die beiden copulirten Sporidien entsenden fast immer nur einen Keimschlauch.

## Der Staubbrand des Getreides.

Die durch Ustilago Carbo[2]) hervorgerufene Krankheit hat einen größeren Verbreitungsbezirk als der Steinbrand, weil der Pilz außer Weizen auch noch Gerste und vorzugsweise Hafer nebst einer großen Anzahl von Wiesengräsern heimsucht.

Bei dem Staubbrande, wie bei dem Steinbrande erkennen wir zur Reifezeit des Getreides nur noch die reifen Sporen, welche aber hier längst durch ihre Ausdehnung das Gewebe der Nährpflanze, in welchem sie sich gebildet, durchbrochen haben, frei an die Luft getreten sind und unzählige ihrer Ge-

---

[1]) Oersted's System der Pilze rc. aus dem Dänischen von Grisebach u. Reinke. Leipzig 1873, S. 16.

[2]) Syn.: Uredo segetum Pers. — Ustilago segetum (Dittm.) Lk. — Caeoma segetum Lk. — Reticularia segetum Bull. — Caeoma destruens Schlecht. — Uredo Carbo DC.

nossen bereits durch den Wind verloren haben. Wenn die Aehre noch von der obersten Blattscheide umschlossen ist, schimmert die Sporenmasse schon schwarz durch das umhüllende Blatt. Die jüngeren Zustände sind daher noch schwieriger aufzufinden als bei dem Steinbrande und es gelingt dies nur, wenn man die Seitentriebe bestockter Pflanzen untersucht, wofür sich der Hafer am besten eignet.

Der Hafer zeigt auch am deutlichsten die lückenhafte Vertheilung des Mycels, da er in derselben Rispe gesunde und vom Pilze zerstörte Körner vereinigt. Bei Weizen und Gerste dagegen sind die Körner, welche auch nicht vom Pilz befallen sind, in der Regel verkümmert.

Die jugendlichen Zustände des Parasiten stellen sich dem bloßen Auge als eine weißliche, weiche Masse im Innern des Fruchtknotens oder im Gewebe der Spelzen dar. Die Masse besteht aus den verzweigten und knauelartig verworrenen Mycelfäden, die in der oben beschriebenen Weise ihre kleinen glatten, etwa nur 0,006 mm Durchmesser zeigenden Sporen ausbilden. Die Sporen, welche also viel kleiner als bei dem Steinbrande sind, weichen auch in der Art ihrer Keimung von demselben ab. Der kurze Keimschlauch des Promycels, welches bei frischen Sporen schon nach $4^1/_2$—5 Stunden erscheint, bildet nach etwa 18 Stunden die ersten Sporidien, die in der Regel zunächst an der Spitze erscheinen (Fig. 16c). Meist entstehen dann noch drei seitliche, welche bisweilen (bei Arrhenaterum) gestielt auftreten. Hier scheint das Licht einen Einfluß auf die Keimung auszuüben, da bei Lichtabschluß eine Verzögerung des Aktes beobachtet worden ist. In anderen, von R. Wolff häufiger beobachteten Fällen sendeten die Glieder des getheilten Promycels selbst Keimschläuche aus ohne vorhergegangene Sporidienbildung. Solche Keimschläuche entspringen in der Nähe der Scheidewand des Gliedes. Dabei ließ sich bisweilen wahrnehmen, daß die Keimschläuche zweier benachbarten Glieder des Promycels ganz dicht neben einander entsprangen; solche wuchsen alsbald zusammen zu einem einzigen Schlauche, in welchem an der Basis die ursprünglich sie trennende Scheidewand noch kenntlich war.

Das Eindringen der Keimschläuche in die Pflanze ist experimentell zuerst durch Hoffmann[1]) nachgewiesen worden. Derselbe machte 6 Jahre hindurch künstliche Impfversuche[2]) an den verschiedensten Stellen sowohl der blühenden

---

[1]) Hoffmann: „Ueber den Flugbrand" in Karsten's Bot. Unters. 1866. S. 206.

[2]) Rohe Impfversuche scheint schon Plenk (Physiologie und Pathologie d. Pfl. Wien 1795, S. 130) angestellt zu haben, obgleich er die Natur des Brandes nicht kannte. Er sagt: „Der Kornbrand von einem unbekannten Ansteckungsgifte. Daß die Krankheit ansteckend sei, lehrt der Uebergang derselben in gesunde Halmen, wenn sie mit diesem Staub bestreuet werden. Daß die Ursache der Krankheit nicht in dem Bälglein allein, sondern in der Wurzel selbst liegen müsse, erkennt man aus dem langsamen Wachsthum der Halmen, ihrer geringen Anzahl und ihren bräunlich schwarzen Flecken."

Gersten-Pflanze, als auch am keimenden Samenkorne und fand neben mehreren hundert Fällen, die nicht gelungen waren, doch auch manche, wo die Sporen, auf die gesprengte Wurzelscheide eines Kornes gebracht, alsbald keimten und ein massenhaftes Mycel entwickelten, dessen Fäden, zum Theil die Zellen durchbohrend, nach dem jungen Knöspchen empor stiegen. Es gelang sogar, das im Freien selten beobachtete Auftreten des Mycels auf der inneren Oberfläche des zuletzt gebildeten Blattes nachzuweisen und dasselbe im Halm und in der Aehrenspindel weiter zu verfolgen.[1]) Auch ein zweiter Weg, den die Keimfäden des Pilzes nehmen können, ließ sich experimentell feststellen, indem die Inoculation an dem primären Knoten oder Wurzelhalse vollkommen gelang, so daß es nicht zweifelhaft ist, auf welche Weise auch bei dem Staubbrande im freien Lande die Getreidepflanze von dem Schmarotzer angegriffen wird.

## Der Hirsebrand.

Die geringere Verbreitung der hauptsächlichsten Nährpflanze, nämlich der Hirse, läßt den Schmarotzer, Ustilago destruens (Schlecht.) Duby[2]) minder bedeutungsvoll erscheinen, obgleich die Krankheit in manchen Gegenden fast regelmäßig auftritt und durch gänzliche Vernichtung des Blüthenstandes nicht unerheblichen Schaden verursacht. Der Parasit ist zwar nicht auf unsere angebaute Hirse (Panicum miliaceum L.) beschränkt; allein seine anderen Nährpflanzen sind nur wild vorkommende Gräser (Panicum repens L., Setaria glauca P. B.), welche durch ihre geringe Bestockung einen untergeordneten Futterwerth besitzen. Auf der Kolbenhirse (Setaria viridis Beauv., S. panis Jess.) ist von Körnicke eine andere Brandart (Ustilago Crameri), aber nicht der Hirsebrand beobachtet worden. Wie bei den vorigen Brandarten entwickelt auch hier der Pilz seine Sporen erst im Blüthenstande der Pflanze; derselbe wird aber bedeutend mehr, als der der übrigen Getreidepflanzen verunstaltet, was mit der frühen Ausbildung der Sporen im Verhältniß zur Entwicklung der Hirserispe zusammenhängt. Wenn die Rispe noch gänzlich von den oberen Blattscheiden umhüllt ist, haben die Sporen sich bereits zu einem locker zusammenhängenden Pulver, welches klumpig die Rispenäste des Blüthenstandes einschließt, ausgebildet. Nur in seltenen Fällen gelangt die Hirserispe noch so weit zur Entfaltung, daß die einzelnen Aeste des Blüthenstandes gesondert erscheinen; meist stellt der Blüthenstand einen etwa kegelförmigen, anscheinend soliden, von einem Theile der vertrockneten Blattscheide eingeschlossenen, gelblich grauen Körper dar, der bei völliger Trockenheit aufreißt und die braunschwarze

---

[1]) Bisweilen zeigt sich übrigens schon Fruktifikation unterhalb der Aehre; ebenso wie manchmal Mycel auch äußerlich einen kranken Fruchtknoten umspinnt.

[2]) Syn. Uredo segetum var. b. Pers. — Uredo Carbo var. DC. — Caeoma destruens Schlecht. — U. neglecta Niessl. — Erysibe Panicorum Wallr. α et β. — Uredo destruens Dub.

Sporenmasse aus seinem Inneren austreten läßt. Selbst wenn sich ein Theil der Rispenäste entwickelt, sind dieselben verkümmert und hin und her gedreht.

Bevor noch die Rispe sich soweit entwickelt hat, daß an ihr die Erkrankung wahrgenommen werden könnte, zeigt nach Kühn[1]) die brandige Pflanze in der Regel schon durch den Habitus ein Leiden an. Die Blattspitzen solcher Pflanzen, gleichviel ob dieselben auf sehr magerem Sandboden sich kümmerlich entwickelt oder bei reicher Nahrung sich sehr üppig ausgebildet haben, werden frühzeitig trocken und erscheinen meist dichter behaart. Die Sporen, welche $1\frac{1}{2}$ mal größer als die des Flugbrandes, sind annähernd kugelig oder länglich rund, nicht ganz regelmäßig, schwarzbraun und mit netzförmig verdicktem (nach R. Wolff ganz glattem) Epispor versehen. In der Keimung stimmen sie nahezu mit denen des Flugbrandes überein. Nicht selten tritt am Keimschlauche eine halbkugelige seitliche Anschwellung, wie bei Ustilago Carbo auf, die sich abgrenzt und ablöst; die Anschwellung, sowie die isolirten Stücke des Promycels keimen ebenfalls. Die Bildung eiförmiger Sporidien ist im Ganzen seltener. Der Entwicklungsverlauf der Krankheit ist jedenfalls, wie bei Ustilago Carbo; wenigstens zeigen die Impfversuche von Hoffmann[2]), daß der Parasit auch hier in die junge Pflanze eindringt und mit derselben in die Höhe wächst. Der Versuchsansteller brachte sechs mit Speichel benetzte und mit Sporen bestreuete Samen in ausgekochte Erde und erhielt davon drei Pflanzen mit brandigen Rispen. Eine Infektion gelang hier aber auch durch Durchschneidung der jungen Vaginula und der inneren Blattanlagen in der Gegend des Vegetationspunktes etwa 1 mm über dem Boden an einer schon 5 cm hohen Hirsepflanze mit vier entwickelten und einem eingerollten Blatte.

## Der Maisbrand.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 1—15.)

Die durch Ustilago Maydis Tul.[3]) verursachte Krankheit zeichnet sich dadurch aus, daß der Brandpilz nicht blos die Blüthenkolben vernichtet, sondern auch an den Stengeln und Blättern große Auswüchse erzeugt, die mit reichlichem Sporenpulver angefüllt sind. Dieses Pulver soll nach übereinstimmenden Beobachtungen vieler Forscher durchaus schädlich auf den Thierkörper wirken und die gewonnene Futtermasse durch seine Beimengung gradezu vergiften.

Eine Erscheinung, welche den Maisbrand von den bisher erwähnten Brandarten unterscheidet, besteht in der Bildung eigenthümlicher, weißgrauer, glänzender, seitlich zusammengedrückter, aus verschmälerter Basis keulig sich ausbreitender,

---

[1]) Kühn: Krankheiten der Kulturgewächse. 1858, S. 68.

[2]) Hoffmann: Ueber den Flugbrand. A. a. O. S. 206.

[3]) Syn. Uredo Maydis DC. — Uredo segetum $\gamma$ DC. — Caeoma Zeae Lk. — Erysibe Maydis Wallr.

bisweilen zolllanger Brandpusteln, deren Wandung aus dem aufgetriebenen, durch abnorme Zellvermehrung entstandenen Gewebe der Nährpflanze [1]) gebildet ist und deren Inhalt größtentheils aus dem Sporenpulver des Pilzes besteht.

Diese Pusteln erscheinen fast immer zu vielen vereinigt; sie bilden am Stengel faustgroße Beulen, welche der Krankheit auch den Namen Beulenbrand zugezogen haben. Da sie am häufigsten am Kolben auftreten und annähernd die Gestalt des Maissamens haben (Fig. 1b), so ist man leicht verleitet, zu glauben, die Gestalt der Brandpustel sei durch das Maiskorn bedingt. Die ganz ähnlichen Bildungen aber, welche nicht selten dicht an der Basis des Stengels hervorbrechen, widerlegen diese Ansicht. Wenn die Pusteln nahezu ausgewachsen sind, zeigen sie unterhalb einer straffen Haut eine schmierige, braunschwarze, vom Fingerdruck sich formende Masse, die später allmählich austrocknet und theilweis als Pulver ausstiebt, wenn die bei dem Vertrocknen faltig werdende Hülle in Fetzen zerreißt.

Das Mycel, welches sowohl in der Aehrenspindel, als auch im Stengel ziemlich leicht nachweisbar ist, bildet hier häufig lange, geradläufige, oft durch mehrere Zellen hinter einander verlaufende Stränge (Fig. 2) und hier sieht man namentlich die schon oben erwähnte Erscheinung deutlich, daß einzelne Mycelfäden mit einer Zellwandwucherung in Form einer Celluloseschicht umgeben sind (Fig. 2a). In Fig. 3 u. 4 bezeichnet m den Mycelfaden und s die Celluloseschicht. Die Erscheinung tritt um so häufiger auf, je mehr man sich der Aehre nähert; dort bildet das Holzparenchym der Spindel und die Fruchtknotenwand die geeignetsten Heerde. Auch im Parenchym der Blätter ist ihr Vorkommen nicht selten und hier finden sich auch (nach F. v. Waldheim) namentlich viele Haustorien (Fig. 2b) ausgebildet. Das ursprünglich sparsamer verästelte Mycel schickt sich in der sich ausbildenden Brandpustel alsbald zur Sporenbildung an. Zuerst immer am Spitzentheil der einzelnen Brandpusteln beginnt (nach Kühn) die reichere Verästelung des Mycels, die mit der Bildung sehr zahlreicher, äußerst feiner Zweige endigt; Letztere sind die eigentlichen Sporen erzeugenden Fäden (Fig. 5a, 8a).

Die Sporenbildung beginnt mit dem Anschwellen der Spitzen dieser feinen, oft büschelig verzweigten und stets durch einander gewirrten Fäden (Fig. 9), in welche vorzugsweise das ölreiche Protoplasma wandert und welche alsbald in ihrem Inhalte eine mehr oder minder große Zahl Kerne erkennen lassen (Fig. 10). Da an der Stelle, wo ein Plasmakern liegt, der gallertartig gewordene Faden (Fig. 7) anschwillt, so erhält er allmählich ein perlschnurartiges Ansehen. Manchmal findet man Fäden in der Fruchtknotenwand, wie sie Fig. 6 darstellt. Wahrscheinlich sind dies Sporen bildende Fäden in abnormer Entwicklung. Die einzelnen Glieder erscheinen später durch eine eigene Membran als gesonderte, durch den Faden zusammengehaltene, junge Sporen, deren Inhalt sich vermehrt und kleine Oeltröpfchen aufweist (Fig. 11) und deren Wandung sich durch die Anlage des unebenen Episporiums zu bräunen beginnt.

Durch diese fortschreitende Entwicklung der Spore erhält auch die Brandbeule für das bloße Auge ein anderes Aussehen. Dort, wo die Bräunung der Sporen in größerem Maße stattfindet, verfärbt sich auch das Gewebe der Beule, und da die Entwicklung der Sporen nicht gleichzeitig stattfindet, so schimmern zuerst braune Streifen und Flecken durch die straffe, umschließende Haut der Brandbeule; allmählich dehnt sich dann die Ver-

---

[1]) de Bary: Untersuchungen über die Brandpilze. 1853, S. 7.

färbung über das ganze Organ aus. In diesem Stadium sind aber auch am Rande die gallertartigen Wandungen der die Sporen einschließenden Fäden, sowie die Mycelreste, vollständig resorbirt; nur im Innern der Brandpustel ist der Vorgang in der Regel noch nicht ganz vollendet und während die äußerst gelegenen, reifen Sporen bereits ihre sphäroidale Gestalt und warzig stachelige Oberhaut angenommen und frei zum Verstäuben bereit liegen, zeigt sich im Innern noch jener frühere Zustand, in welchem die noch vorhandene, gallertartige Membran der Fäden eine zusammenhängende, schmierige Sporenmasse darstellt. So wie die Gesammtmasse der Sporen in der Beule von außen nach innen fortschreitend reift, so ist auch die Entwicklung der Sporen im einzelnen Faden eine centripetale. Nach Kühn, dem wir hier in der Darstellung vorzugsweise folgen, keimen die Sporen im Wasser schwer oder gar nicht, während dies bei Stein- und Staubbrand auf der Oberfläche eines Wassertropfens leicht stattfindet. In feuchter Atmosphäre dagegen platzt in der Regel schon innerhalb eines Tages das Epispor spaltenförmig auf und der meist gerade (Fig. 12p), bisweilen wellige oder häufig winkelig gebogene (Fig. 14p) Keimschlauch tritt hervor. Bisweilen schon am ersten Tage, in der Regel innerhalb 48 Stunden zeigt sich die Bildung von Sporidien (Fig. 15c). Wenn durch irgend ein Hinderniß das Promycel in seiner Entwicklung gehemmt wird, bildet sich ein Ast, der sich zum Mycel verlängert (Fig. 13).[1])

## Mittel gegen die Brandkrankheiten des Getreides.

Jetzt, nachdem wir die Lebensweise der Pilze, welche die Ursache der Brandkrankheiten sind, kennen gelernt haben, werden wir die früheren Angaben über die vermeintlichen Ursachen zu würdigen wissen. Die als Krankheitsursachen früher hingestellten Einflüsse, wie geschlossener, feuchter Standort, undurchlassender Boden, sogenannte stinkende Nebel, magere Ernährung, frische Düngung u. s. w. können den Brand nicht hervorrufen, wohl aber unter Umständen dessen Verbreitung begünstigen, indem sie die Pflanzen länger in dem jugendlichen Zustande erhalten, in welchem sie der Infektion ausgesetzt sind und indem sie theilweis die Entwicklung der Brandsporen fördern.[2]) Hierher gehört auch ein schlechtes Unterbringen der Saat insofern, als bei frei oder fast frei liegenden Samen die Brandsporen und deren Conidien um so leichter auf die junge Scheide geweht werden, die durch Wolff als Angriffsheerd festgestellt worden ist. Als Vorbeugungsmittel werden daher alle diejenigen Einrichtungen anzusehen sein, welche eine schnelle, kräftige Entwicklung der Keimpflanze, namentlich schnelles Ausreifen des ersten Scheidenblattes bedingen. Dahin sind frühe Saatzeit bei warmer Witterung, Drainage u. s. w. zu rechnen. Treten

---

[1]) Von Tulasne ist noch eine zweite Art Ustilago in den Aehren der Maispflanze entdeckt worden; dieselbe heißt U. Schweinitzii Tul. Diese Brandart gehört auch zu den wenigen, bei denen das Epispor wirklich mit hervorstehenden Stacheln besetzt ist, während die früher angegebene, netzförmige Verdickung der meisten Brandsporen nicht durch Erhabenheiten, sondern durch abwechselnd dichtere und dünnere Stellen in derselben Ebene hervorgerufen wird (Fischer v. Waldheim).

[2]) Knop fand bei Wasserkulturen diejenigen Pflanzen besonders vom Brande befallen, denen Kieselsäure fehlte. (Versuchsstationen 1865, cit. in Hoffmann's mykolog. Bericht. der Bot. Zeit. 1866, S. 71.)

nun die für die Pilze günstigen Bedingungen zur Zeit der Keimung des Getreides ein, so werden viele brandige Aehren die Folge sein. Von den empfohlenen Mitteln gegen die Brandkrankheiten können wir die von Kühn angegebenen wohl als die besten betrachten. Kühn empfiehlt zunächst ein gesundes Saatkorn, das sich durch Schwere und vollkommene Entwicklung auszeichnet; kommt dasselbe von einem Acker, der brandige Aehren hatte, so ist es nothwendig, dasselbe mindestens zu waschen, um die möglicherweise anhängenden Pilzsporen, so gut es gehen will, zu entfernen.

Sicheren Schutz gewährt das Abwaschen aber nicht und es ist, wenn irgend thunlich, das Beizen der Saat anzuwenden. Von den vielfach empfohlenen Beizen hat Kühn das Bestreuen und längere Liegenlassen des Saatgutes mit Aetzkalk zwar wirksam gefunden, vor allem aber das 12—16stündige Einweichen in stark verdünnte Lösung von Kupfervitriol als das wirksamste Mittel empfohlen. Auf etwa 250 l Getreide wird am besten 1 Pfd. blauen Vitriols verwendet, der in heißem Wasser gelöst und dann mit kaltem Wasser so weit verdünnt wird, bis die Lösung 8—10 cm hoch den Samen überdeckt, damit beim Quellen die oberen Samen nicht trocken zu liegen kommen. Der eingeschüttete Weizen wird wiederholt umgerührt und alles an der Oberfläche Schwimmende wird abgeschöpft. Der Samen bleibt 12 und, wenn viel Brandkörner darin sind, 16 Stunden eingequellt, wird alsdann flach ausgebreitet und mehrfach gewendet, wodurch er derartig trocken wird, daß er schon nach einigen Stunden mit der Hand und nach 24 Stunden mit der Maschine gesäet werden kann.

In späterer Zeit sind die Beizversuche von Nobbe[1]) und Kühn[2]) wieder aufgenommen worden, um die Frage zu lösen, ob auch schon das Durchtränken der Getreidehaufen mittelst Besprengen durch Kupfervitriollösung wirksam genug sei. Aus den von mir[3]) früher angestellten Beizversuchen hat sich allerdings ergeben, daß ein mehrmaliges Durchfeuchten des Haufens so gut, wie Einquellen wirkt; aber trotzdem möchte ich dasselbe deswegen nicht anrathen, weil man bei größeren Quantitäten nicht ohne Anwendung größerer Arbeitskraft im Stande sein dürfte, alle Körner lange genug mit der Lösung in Berührung zu erhalten. Eine längere Berührung mit der Beize ist aber darum nöthig, weil die dem Korne anhängenden Luftschichten die vollständige Benetzung desselben zunächst verhindern und die namentlich an der behaarten Spitze sitzenden Pilzsporen vor Einwirkung der Lösung schützen und weil zweitens diejenigen Körner, welche voll Steinbrandsporen sind und bei dem Dreschen nicht verletzt worden, lange Zeit durchweicht werden müssen, um die im Innern des Kornes befind-

---

[1]) Landwirthsch. Versuchsstationen Bd. XV.

[2]) Neue landwirthsch. Zeit. v. Fühling 1872, Heft 9.

[3]) Landwirthsch. Annalen des Mecklenburg. patriot. Vereins 1867, Nr. 34.

lichen Sporen zu tödten. Meine eigenen Versuche sollten damals feststellen, bei welcher Concentration der Lösung ein wesentlicher Ausfall in der Keimfähigkeit des Saatgutes beginnt; zweitens sollte in Erfahrung gebracht werden, ob die durch Maschinen- und Handdrusch gewonnenen Körner sich der Beize gegenüber gleich verhielten. Letzteres war nicht der Fall. Bei 28 Versuchsreihen zeigten die durch Handdrusch gewonnenen Körner den geringsten Procentsatz keimungsunfähiger Samen. Der Grund mag darin zu suchen sein, daß die Maschinen viele Körner verletzen, was man oft mit dem bloßen Auge nicht wahrnimmt. Solche Verletzungen lassen dann die Lösung sofort in das Innere des Kornes eindringen. Betreffs der anzuwendenden Concentration der Lösung zeigte sich, daß die bei dem Drusch unversehrtesten Körner nach 24stündigem Einweichen in eine 1 % Lösung immer noch 4 % Verlust gaben. Einige der gekeimten Pflanzen zeichneten sich dabei durch Kürze der Blattscheiden und flache Ausbreitung der Spreite der zurückgebogenen, oft in der Mitte gespaltenen, unteren Blätter aus, was wohl einer zu starken Einwirkung der Beize zuzuschreiben ist. Man wird daher bei dem von Kühn als wirksam und vollständig ausreichend empfohlenen 16stündigen Einquellen in eine ½ % Lösung in jeder Hinsicht den besten Erfolg erzielen.

Es läßt sich allerdings nicht leugnen, daß auch die von Kühn angegebene Quelldauer und Concentration der Beize immerhin noch einen gewissen Prozentsatz Verlust giebt, so daß man ⅓ mehr Saat für gebeizten Weizen annimmt, und daß auch die Keimung selbst verlangsamt wird. Selbst bei 0,1 % Lösung und einstündiger Quelldauer treten störende Erscheinungen ein.[1]) Die Testa springt später auf, wodurch bisweilen die Plumula verhindert wird, auszutreten, oder es bleibt nicht selten das erste scheidenförmige Blatt ungespalten, wodurch der eingeschlossene Kegel der grünen Blätter, am Austritt gehemmt, sich hin und her krümmt und endlich seitlich im Bogen herauskommt, wobei seine Spitze in der Scheidenspitze noch lange eingeschlossen bleibt; in andern Fällen wird das erste scheidenförmige Blatt endlich in der Nähe der Basis abgesprengt. Bei dem Keimlinge selbst wird ferner die Ausbildung der Würzelchen ganz besonders beeinträchtigt, so daß sich oft gar keine Würzelchen entwickeln, obgleich nicht selten die Plumula eine bedeutende Länge erreicht. Wenn die Würzelchen heraustreten, ist ihre Spitze braun statt gelblich und ihre Entwicklung ist für eine kurze Zeit recht dürftig.

Trotz dieser nachgewiesenen nachtheiligen Einflüsse des Beizens hat dasselbe doch kein Bedenken für die Praxis; denn erstens ist es häufig erwünscht wegen eintretender ungünstiger Saatwitterung, daß der gequellte Weizen nicht sofort keime, zweitens aber heben sich auch die Nachtheile des Beizens im Boden fast

---

[1]) Emil Dreisch: Untersuchungen über die Einwirkung verdünnter Kupferlösungen auf den Keimprozeß des Weizens. Inauguraldissertation. Dresden 1873.

auf. Die Saat geht in der Regel nicht später auf; nur ist ein Zurückbleiben bei einer Anzahl von Körnern bemerkbar, wodurch der Saatbestand ungleichmäßiger, als bei Wasserquellung wird. Je länger die Dauer der Beize, desto größer der Unterschied. Dieser Unterschied wird aber in 1—2 Tagen wieder ausgeglichen.

Auf die Frage, woher es komme, daß der Einfluß der Kupfervitriolbeize im Boden wieder aufgehoben wird, antwortet Dreisch mit einem Versuch. Wenn er nämlich die gebeizten Körner mit Kalkmilch abwusch, so war der Prozentsatz an gekeimten Körnern, sowie auch die Entwicklung der Saat viel besser. Kalkwasser allein übt schon eine günstige Wirkung auf die Keimung aus. Wahrscheinlich ist es also der Kalkgehalt des Bodens, der den Einfluß der Kupferlösung paralysirt.

In Rücksicht auf die ebenfalls von Kühn als wirksam empfohlene 0,75prozentige Schwefelsäure-Beize kam Dreisch zu den Resultaten, daß durch sie die Keimfähigkeit und Entwicklung des Weizens in und außer der Erde in höherem Grade geschädigt wird, als durch die Kupferlösung. Ferner schimmeln derartig behandelte Körner sehr leicht und trocknen bedeutend schwerer. Auch hier hebt aber schon ein minutenlanges Abwaschen mit Kalkmilch eine 17stündige Wirkung der Schwefelsäure wieder vollständig auf.

Dieses Beizen wird nicht nur gegen den Steinbrand, sondern auch gegen den Maisbrand erfolgreichen Schutz gewähren. Gegen Staubbrand und Hirsebrand bildet das Verfahren wenigstens ein Beschränkungsmittel. Gegen den Hirsebrand ist neuerdings wieder ein älteres Mittel empfohlen worden. Es besteht in dem Absengen der Sporen am Saatgut, das durch ein leichtes Feuer geschüttet wird. Ein Arbeiter hält einen etwa 1 m langen Strohwisch in der Hand, ein zweiter Arbeiter einen guten Reiserbesen etwa 1 m hoch über den Strohwisch. Ein dritter Arbeiter läßt das Saatgut aus einem Gefäße langsam durch die Reiser des Besens und das Feuer des angezündeten Strohwisches laufen, wodurch die Brandsporen abgesengt werden sollen.

Wie unsicher ein derartiges Verfahren aber ist, geht aus den Versuchen von Schindler[1]) hervor, der Steinbrandsporen im trocknen Zustande während zweier Stunden auf 50 bis 100° C. erhitzte. Erst bei 80° C. merkte man an der vereinzelten Keimung den Einfluß der Hitze. Sporen, die über 95° C. erhitzt gewesen, keimten nicht mehr. Besser ist das Resultat, wenn die Sporen feucht sind; dann vertragen sie eine längere Erwärmung auf 50° C. nicht mehr. Kälte scheint den Sporen gar nicht zu schaden; nur der Eintritt der Keimung wird verzögert. Isidore-Pierre[2]) fand, daß gesunde Weizenkörner einer Lufttemperatur von 80° C. ausgesetzt, noch zu 64 % keimten; war die

---

[1]) Schindler: Ueber den Einfluß verschiedener Temperaturen auf die Keimfähigkeit der Steinbrandsporen. Forsch. auf d. Gebiete der Agrikulturphysik 1880, Bd. III. Heft 3.

[2]) Annales agronomiques 1876.

Luft mit Wasserdampf gesättigt, keimten nur noch 46 %. In eine 2 % Kupfervitriollösung von 60° C. drei Minuten lang eingetauchte Körner waren noch zu 54 %, bei 50° C. noch zu 63 % keimfähig.

An Stelle der Behandlung mit Schwefelsäure oder Kupfervitriol ist vor einigen Jahren von Zoebl die Anwendung der schwefeligen Säure als Beizmaterial empfohlen worden.[1]) Die Versuche zeigten, daß die Sporen des Steinbrandes nach 3—5 Minuten langem Aufenthalt in schwefeliger Säure bereits ihre Keimfähigkeit eingebüßt hatten, während Weizen frühestens nach einer Stunde eine geschwächte Keimfähigkeit zeigte. Für die Verwendung in der Praxis empfiehlt Zoebl das Verbrennen von Schwefel resp. Schwefelfäden in einem Fasse, das darauf halb oder mehr gefüllt und nun noch einmal geschwefelt wird. Durch Rollen des nach dem Füllen ganz verschlossenen Fasses wird der Weizen mit der schwefeligen Säure in innigere Berührung gebracht. Die Füllung des Fasses erfolgt durch das Spundloch vermittelst eines Trichters. Die Zeitdauer der nothwendigen Einwirkung der Säure bei diesem Verfahren ist auf 3—4 Stunden, bei größeren Quantitäten auf 6 Stunden festgestellt worden, wobei nach Verlauf von etwa 2 Stunden das Abbrennen von Schwefel im Faß zu wiederholen ist.

Wenn man zur Vermeidung des namentlich bei Gerste und Hafer durch Beizen mit Kupfervitriol unvermeidlichen Verlustes[2]) sich der Schwefelsäure bedienen will, muß nach Kühn[3]) die Quelldauer 12 Stunden betragen und die Beizflüssigkeit durch Mischung von 1,5 kg englischer Schwefelsäure mit 100 l Wasser hergestellt werden.

Die in der Praxis noch vorkommende Behandlung mit Kalk gebe man auf, da der Erfolg immer nur ein theilweiser ist, wie auch ein neuerer Versuch wieder bewiesen hat.[4])

Wiederholt aber heben wir hervor, daß alles Beizverfahren unnütz ist, wenn man brandiges Stroh als Dünger verwendet. Betreffs der Verbreitung

---

[1]) Zoebl: Die schwefelige Säure als Mittel gegen den Steinbrand des Weizens. Oesterr. landw. Wochenblatt 1879, Nr. 13.

[2]) Kubelka (Oesterr. landw. Wochenblatt 1876) giebt an, daß die Schädigung selbst bei Weizen schon nach zweistündigem Aufenthalt in der Vitriolbeize eintritt, sobald man vorher angequelltes Saatgut verwendet.

[3]) Biedermann's Centralbl. 1883, S. 52.

[4]) Giuseppe Gibelli berichtet (Le Stazioni sperimentali agrar. italiane Bd. VI, 1877, Heft 2, cit. Biedermann's Centralbl. 1879, S. 190). Auf einem gleichmäßig bearbeiteten Felde wurde die erste von vier Parzellen in gewöhnlicher Weise mit Weizen bestellt, während die drei andern ein mit Tilletia inficirtes Saatgut erhielten. Das Saatgut von Parzelle 3 hatte nach der Infection 5 Minuten in dicker Kalkmilch, das der Parzelle 4 dieselbe Zeit in einer $3^1/_2$ % Kupfervitriollösung zugebracht. Es zeigten sich erkrankt bei Parzelle I 0 %, bei Parzelle II 45 %, bei Parzelle III 7 %, bei Parzelle IV 1 %.

des Maisbrandes durch thierischen Dung ist ein Experiment von Morini[1]) zu erwähnen. Derselbe fütterte mit Sporen vermengte Kleie an eine Kuh und düngte mit den Excrementen (in denen keimende Sporen nachgewiesen waren) ein Stück Land, auf das Maiskörner gelegt wurden. Sämmtliche Pflanzen erwiesen sich als brandig. Von 30 anderen, mit Gummilösung befeuchteten und mit Brandsporen bedeckten Maiskörnern erschienen nur 4 Pflanzen erkrankt. Dies Ergebniß scheint sogar auf eine Begünstigung der Infection durch Sporen, welche den Darmkanal eines Thieres passirt haben, hinzuweisen. Das Einquellen in den warmen Speisebrei während der ganzen Verdauungszeit wird gewiß den Sporen dienlich sein. Zum Schluß aber beherzige man den Rath, nie ein Geheimmittel anzuwenden.

Bei den nahezu die Zahl 100 erreichenden Staubbrandarten ist es hier nicht möglich, eine Aufzählung derselben zu geben. Dem sich dafür interessirenden Leser sei die Zusammenstellung von Fischer von Waldheim[2]) und von Winter[3]) zum Nachschlagen empfohlen. Wir geben deshalb nur einige Notizen.

Der Staubbrand des Getreides Ustilago Carbo Tul. ist durchaus nicht auf die bisher erwähnten Getreidearten beschränkt; er findet sich vielmehr auch auf einer großen Anzahl anderer Gräser, welche theilweis zu den besten Futtergräsern zählen, wie z. B. auf dem Raygrase (Lolium perenne L.), auf dem französischen Raygrase (Arrhenatherum elatius P. B.), auf Goldhafer (Avena flavescens L.), dem behaarten Hafer (A. pubescens L.), auf dem Wiesenschwingel (Festuca pratensis Huds.) auf Melica u. s. w.

Auf der Quecke (Agropyrum repens P. B.), und zwar auf der äußeren Oberfläche des Stengels und der Blattscheiden erscheint Ustilago hypodites Fr., der dieselben Organe auch bei dem Sandhaargrase (Elymus arenarius L.), bei dem Mannaschwaden (Glyceria fluitans R. Br.) und dem Schilfrohr (Phragmites communis Trin.) heimsucht. Der Mannaschwaden nebst den andern bei uns verbreiteten Schwaden (Glyceria spectabilis und aquatica Presl.) birgt auch noch Ustilago longissima Lév. in der Blattlamina zunächst der äußeren Oberfläche. Eine Varietät dieser Brandart, U. long. var. megalospora Riess entwickelt ihre sehr großen Sporen auf dem Knaulgrase (Dactylis) und einzelnen Arten der Gattung Poa. Auf dem Teichrohre (Phragmites) und dem Rohrkolben (Typha Tourn.) erscheint in den Stengeln und Blattscheiden Ustilago typhoides B. a. Br. (Ust. grandis Fr.). Im Innern des aufgedunsenen Fruchtknotens der verschiedenen Knötericharten (Polygonum Bistorta L., Hydropiper L. und viviparum L.) reift Ustilago Candollei Tul.[4]) Am Grunde der inneren Oberfläche des Perigons, an der Basis der Staubfäden und im Fruchtknoten ebenfalls von Knötericharten (Polygonum Hydropiper L., lapathifolium L., minus Huds. und Persicaria L.), sowie von dem kleinen Sauerampfer (Rumex Acetosella L.) wächst Ustilago utriculosa Tul. Auf den Stengeln von der Drahtschmele (Aira caespitosa L.) und dem Wasserschwaden (Glyceria aquatica Prsl.) wächst Ust. grammica B. et Br. Auch in den Wurzeln werden Brandarten gefunden, so z. B. Ust. marina Dur. in den

---

[1]) Morini: Il Carbone delle piante, cit. Bot. Centralbl., Bd. XXI, Nr. 12, 1885, S. 367.

[2]) Les Ustilaginées. Varsovie 1878.

[3]) Rabenhorst's Kryptogamenflora, 2. Aufl., 1881.

[4]) Mit einer Columella und Peridie F. v. W.

Wurzeln von Binsen (Scirpus parvulus R. Sch.) und Ustilago hypogaea Tul. im oberen Theile der Wurzel eines Leinkrautes (Linaria spuria Mill.). Die Sauergräser leiden so reichlich wie die Süßgräser an Brand. Sehr zahlreiche Arten von Ersteren (Carex) beherbergen auf der äußeren Oberfläche des Fruchtknotens den Ustilago urceolorum Tul. Bei einer Carex-Art (C. riparia Curt) ist auch im Innern des Fruchtknotens ein Brand, Ust. olivacea beobachtet worden. In der Blüthe der verschiedenen Arten von Trespe (Bromus secalinus L. etc.) wuchert Ust. bromivora Fisch., welcher von Tulasne für eine Varietät von Ust. Carbo angesehen wird. Auch die Blüthen der Feldskabiose (Knautia arvensis Coult) sind nicht selten brandig durch den in den Staubbeuteln nistenden Ust. flosculorum Fr. Die nelkenartigen Pflanzen leiden ebenfalls mehrfach vom Brande (Ust. antherarum Fr.), der in den Staubbeuteln und nach Tulasne in den Narbenpapillen, sowie im Parenchym der Spitze des Fruchtknotens, der Staubfäden und Blumenblätter auftritt. Beobachtet wurde die Krankheit an der Carthäusernelke (Dianthus Carthusianorum L.), der Lichtnelke (Lychnis diurna Sibth.[1]), an L. Flos cuculi L. und L. vespertina Sibth.), an dem Seifenkraute (Saponaria officinalis L.), den Taubenkopfarten (Silene inflata Sm., S. nutans L., S. Otites Sm., S. rupestris L.), endlich an dem grasblättrigen Sternkraute (Stellaria graminea L.).

Nach Unger und Kühn findet sich dieselbe Brandart auch an dem gelben Milchstern (Gagea lutea Schult.). Die wilde Schwarzwurzel (Scorzonera humilis L.) und die Haferwurzeln (Tragopogon porrifolius L. und pratensis L.) zeigen sich von Ust. receptaculorum Fr. befallen; hier erscheinen die Sporen auf der Außenfläche der Blüthen und des ganzen Blüthenbodens. Bei einem andern Geschlechte derselben Compositenfamilie, bei einer Distel, Carduus acanthoides L., ist im Fruchtknoten noch eine Brandart, Ustilago Cardui Fisch., aufgefunden worden.

Unter den Liliengewächsen leiden die Traubenhyacinthe (Muscari comosum Mill.) und die Meerzwiebel (Scilla maritima L.), sowie Scilla bifolia L. und anthericoides Poir. von einer Brandart, Ustilago Vaillantii Tul., die in den Antheren und Pistillen zur Sporenbildung gelangt. Wir mögen nicht die lange Reihe durch die Aufzählung von Staubbrandarten an ausländischen Kulturpflanzen vermehren und erwähnen schließlich nur noch, daß auch Bäume, sowohl von Monocotyledonen als Dicotyledonen an Brand leiden können. Zu Ersteren gehört die Dattelpalme (Phoenix dactylifera L.), deren Frucht von Ustilago Phoenicis Cord. leiden soll; zu Letzteren gehört unsere Feige (Ficus Carica L.), bei der der fleischige Theil des Blüthenstandes durch Ust. Ficuum Rchdt. zerstört wird.

Von Winter angeführt wird noch Ust. Tulipae Rabh., der Schwielen in den Blättern von Tulipa silvestris erzeugt; ferner Ust. Duriaeana Tul. in den Samenknospen von verschiedenen Cerastium-Arten, Ust. Reiliana Kühn in der Rispe von Zea Mays und Sorghum vulgare, Ust. Kühniana Wolff in Blättern, Stengeln und Blüthen von Rumex Acetosa und Acetosella. Nach Fischer v. W. findet sich Ust. marmorata Berk. in Isolepis prolifera R. Br., Ust. Gynerii Vize in Gynerium argenteum Nees, Ust. plumbea Rostr. in Arum maculatum, Ust. Fussii Niessl auf Juniperus comm. und nana Willd., Ust. intermedia Schroet. auf Scabiosa Columbaria.

---

[1]) Nach Miß Becker (Atheneum) und Cornu (Bull. soc. Franc.) (beide citirt im mykol. Berichte von Hoffmann 1870, S. 72 u. 82) werden die brandkranken Pflanzen von Lychnis diurna (L. dioica L.) hermaphrodit.

## Anhang.

Durch die Untersuchungen von Ed. Fischer[1]) ist eine Pilzgattung Graphiola Fr. genauer bekannt geworden, welche nach dem augenblicklichen Stande unseres Wissens am besten zu den Ustilagineen gezählt wird. In dieser Familie muß sie sogar als die vollkommenste Art, die sich an die Gattung Sphacelotheca anschließen würde, betrachtet werden; denn sie besitzt ebenfalls einen ausgebildeten Fruchtkörper, an dem eine äußere und innere Peridie, unfruchtbare Hyphenbündel und Sporen tragende Fäden unterschieden werden. Die Sporen bilden sich außerhalb der Nährpflanze aus und keimen entweder mit einem einfachen Keimschlauch oder unter Sporidienbildung.

Die verbreitetste Art, welche den Schwielenbrand der Dattelpalmenblätter darstellt, ist Graphiola Phoenicis Fr. (Phacidium Phoenicis Moug.). Der Pilz entwickelt seine schwarzen, harten Fruchtkörper in Form zerstreueter Schwielen von etwa 1,5 mm auf den Blättern von Phoenix dactylifera und deren Varietäten und zwar sowohl im Freien am natürlichen Standort der Palmen als auch bei uns in den Gewächshäusern. Aus der Mitte des schwarzen Fruchtkörpers bricht ein gelbes, säulenförmiges Gebilde hervor, das bis 2 mm Höhe erreichen kann und aus senkrecht aufsteigenden Fadenbüscheln besteht, zwischen denen die gelben Sporen liegen. Die befallenen Blätter zeigen bisweilen keine Verfärbung, bisweilen einen helleren Hof um die Pilzschwielen. Die Einwirkung des Pilzes scheint demnach eine lokal engbegrenzte zu sein; dennoch sehen die in den Gewächshäusern befallenen Pflanzen vielfach kränkelnd aus, so daß es scheint, als ob der Pilz sich geschwächte Exemplare zur Ansiedlung gern aussuchte.

Die Sporen tragenden Fäden bilden eine pallisadenförmige Schicht am Grunde des Fruchtkörpers; sie stellen quergegliederte, farblose, plasmareiche Fäden dar, die dicker als die übrigen Hyphen sind und deren Glieder auch nach oben noch an Dicke zunehmen, tonnenförmig sich wölben und auf diese Weise kugelige oder ellipsoidische Gestalt erhalten. Aus jedem dieser Glieder sprossen nun 3—6 Kugeln, die gleiche Größe mit den leicht abbrechbaren, schließlich ausgesogenen Trägerzellen (Sporeninitialen) erreichen, dickwandig werden, aber farblos und glatt bleiben und die fertigen Sporen darstellen, welche in größeren Mengen gelb erscheinen.

Die mittlere, unfruchtbare Fadenparthie wirkt als Ausstreuungsapparat. Die frischen Sporen sind binnen 12—16 Stunden keimend beobachtet worden, indem das Endospor sich durch eine runde Oeffnung des Exospors als cylindrischer Keimschlauch hervorstülpt, bisweilen aber auch fadenartig dünn hervor-

---

[1]) Ed. Fischer: Beitrag zur Kenntniß der Gattung Graphiola. Bot. Zeit. 1883, Nr. 45.

kommt und dann bald eine dickere, längliche Anschwellung zeigt, die als Sporidie angesehen werden kann. Die Sporidie löst sich ab und treibt einen Keimschlauch; an ihrer Stelle kann eine zweite gebildet werden. Bei Aussaatversuchen auf junge Blätter zeigte sich in einem Falle nach mehreren Monaten ein Auftreten neuer Fruchtkörper.

Eine zweite Art ist Graphiola congesta Berk. et Rav. auf Chamaerops Palmetto. Zweifelhaft sind Gr. disticha Lév. auf unbekannter, monocotyler Nährpflanze und Gr. compressa Fisch. auf Chamaerops humilis.

Muß man zur Bekämpfung der Graphiola schreiten, dann empfiehlt sich, soweit ich Erfahrungen an Glashauspflanzen gesammelt, ein kühler, heller, recht luftiger Standort. Während der Sommermonate stelle man die Pflanzen in's Freie.

In neuester Zeit beschreibt Weber[1]) einen Pilz, welcher an Juncus bufonius und Cyperus flavescens Anschwellungen der Wurzelenden verursacht. Die einzelligen, ellipsoidischen, gelben oder rothgelben, warzigen Sporen entstehen einzeln an den Enden intercellularer, schraubiger Mycelzweige und entwickeln bei der Keimung im Frühjahr mehrere Promycelien. Die schraubig gekrümmten Sporidien entstehen einzeln an der Spitze oder unterhalb derselben an jedem Keimfaden. Der Pilz hat den Namen Entorrhiza cypericola Magn. bekommen.

Eine andere, von J. Kühn beobachtete Brandart hat den Namen Paipalopsis Irmischiae[2]) erhalten. Der Pilz verursacht in den Blüthen von Primula elatior und officinalis einen mehlartigen Ueberzug der Staubgefäße, Fruchtknoten und bisweilen auch der Kronenröhre. Die Entwicklungsweise ist der von Ustilago Digitariae f. Panici repentis sehr ähnlich. Ein neues Tolyposporium (T. Cocconii Mor.) entdeckte Morini[3]) auf Carex recurva bei Bologna.

## Figurenerklärung.

Fig. 1 bis 15. Maisbrand. Fig. 1. Maiskolben, der an Stelle der oberen Körner Brandbeulen b trägt.

Fig. 2. Mycelstrang aus der Kolbenspindel. a die Cellulosescheide um den Mycelfaden, b Haustorien.

Fig. 3 u. 4. m Mycelfaden, s die Cellulosescheide.

Fig. 5 bis 11. Fäden, die sich zur Sporenbildung anschicken; a Sporen erzeugende Aeste. Fig. 6 ein Faden aus der Fruchtknotenwand. Fig. 7. Der gallertartig gewordene Faden schwillt um die Plasmakerne an und erhält dadurch ein perlschnurartiges Ansehen. Fig. 9. Die Sporenbildung beginnt durch

---

[1]) Weber: Ueber den Pilz der Wurzelanschwellungen von Juncus bufonius. Bot. Zeit. 1884, S. 369.

[2]) Aus „Irmischia", cit. in Bot. Centralbl. 1883, Bd. XIII, S. 1.

[3]) Bot. Centralbl. Bd. XXI, Nr. 10, 1885, S. 290.

Anschwellen der Fadenspitzen; später lassen sich, Fig. 10, Plasmakerne in denselben erkennen. Fig. 11. Die einzelnen, um die Kerne sich bildenden Glieder trennen sich durch eine Scheidewand und werden zur Spore.

Fig. 12. Die fertige Spore reißt im Epispor spaltenförmig auf p und läßt das Promycel austreten.

Fig. 13. Ein in seiner Entwicklung gehemmtes Promycel sendet einen seitlichen Ast aus.

Fig. 14. Winkelig gekrümmter Keimschlauch.

Fig. 15. Promycel p, das sich zur Sporidienbildung c anschickt.

Fig. 16. Ustilago Carbo. Spore mit Promycel, das Sporidien c trägt.

Fig. 17 bis 19. Tilletia Caries. 17 Spore mit Promycel p, das an seiner Spitze Kranzkörperchen k trägt; 18 copulirende Kranzkörperchen; 19 copulirte Kranzkörperchen mit Sporidien zweiten Grades sp.

Fig. 20 u. 21. Urocystis occulta. h centrale, dunklere Zellen, n Nebenzellen des Sporenballens, p Promycel, k Kranzkörperchen mit Keimschlauch.

Fig. 22. Tilletia laevis, Sporen.

Fig. 23 a. Entyloma Calendulae dBy. Mycelfaden mit zwei jungen Dauersporen; b, E. Ungerianum, gekeimte Dauerspore, deren Inhalt bereits in die vier Primärsporidien gewandert, von denen je zwei und zwei copulirt haben; die entleerten Sporidien sind heller; eine der Sporidien treibt eine secundäre Knospe, (Conidie) sp, die sich bald abgliedern wird.

Fig. 24. Protomyces macrosporus. Mycelfaden mit einer Spore s; sp Spore nach Abstreifung der Außenhaut zur Sporidienbildung schreitend (nach de Bary).

Fig. 25. Schroeteria (Geminella) delastrina. Spore zwei verschiedene Arten der Keimung zeigend (nach Winter).

Fig. 26. Ustilago Maydis. Conidienbildung, hefenartige Sprossung in Nährlösung. Fig. 27 zeigt zwei verbundene Conidien, von denen die eine einen Keimschlauch getrieben, der durch das Wachsthum an der Spitze seinen hinteren Theil bereits entleert und diesen Theil durch eine Scheidewand abgegrenzt hat (nach Brefeld).

Fig. 28. Tuburcinia Trientalis. Zellen der abgezogenen Epidermis, aus deren Spaltöffnung sp zwei Conidienträger k hervortreten; m Mycelfäden, h Haustorien (nach Woronin).

## 7. Uredineae (Rostpilze.)

Die Pilze, welche die Rostkrankheiten verursachen, haben ihr septirtes Mycel im Inneren des Parenchyms lebender Pflanzen; hier verflechten sich stellenweise die Fäden zu einem dichten, in seiner Zusammensetzung schwer erkennbaren Filze (Stroma) unter der Epidermis. Auf senkrechten Aestchen dieses

Pilzlagers erheben sich die Sporen, die, je nach dem Entwicklungsstadium des Pilzes, in verschiedener Form und Lagerung auftreten. Die einzelnen Sporenformen folgen, soweit bis jetzt bekannt, in regelmäßiger Reihenfolge auf einander und sind dabei meist so wesentlich verschieden, daß sie bis in die neueste Zeit für ganz getrennte Arten gehalten worden sind. Dieses Auftreten eines Pilzes in gesetzmäßig nach einander sich entwickelnden Formen (Generationswechsel) wird dadurch noch merkwürdiger, daß einzelne Entwicklungsphasen des Pilzes auf anderen Nährpflanzen erscheinen, als die vorhergehenden bewohnt haben. Somit unterscheiden wir Rostarten, die bald ihren ganzen Formencyclus auf derselben Nährpflanze durchlaufen (autöcische) und solche, die verschiedene Wirthe zur Entwicklung ihrer sämmtlichen Sporenformen bedürfen (heteröcische, metöcische oder metaxene Roste).

Bei den vollkommensten Rostgeschlechtern sehen wir zunächst eine Conidienform sich in abgegrenzten Lagern auf den befallenen Pflanzentheilen entwickeln; es sind sofort keimende Zellen, die sich von ihren Trägern lösen und den Namen Uredosporen führen. Die Keimung erfolgt dadurch, daß sich die innersten Schichten des Endospors zu einem unbegrenzt fortwachsenden Keimfaden ausstülpen, welcher in die Nährpflanze durch die Spaltöffnungen eindringt. Für die Ueberwinterung dienen die sog. Dauersporen oder Teleutosporen, welche häufig mehrzellig sind, sich durch ihre Derbwandigkeit und Widerstandsfähigkeit auszeichnen und mit einem Knospen (Sporidien) tragenden Keimschlauch von begrenztem Wachsthum, also mit einem Promycel keimen. Zwischen Uredo- und Teleutosporen beobachtet man manchmal Mittelformen (Mesosporen), die wohl als einfache Uebergangsgebilde aufzufassen sind. In der Phase der Teleutosporenentwicklung vollzieht sich der bei manchen Arten vorkommende Wirthswechsel. Die von den Sporidien dieses Promycels gebildeten Keimschläuche entwickeln nach ihrem Eindringen in die bisherigen oder eine andere Gattung von Nährpflanzen zunächst punktartige, eingesenkte, krugförmige Behälter, Spermogonien, die in ihrem Innern mit feinen, pfriemlichen, aus der Wandung sich abzweigenden Fäden ausgekleidet sind. Auf diesen Fäden werden sehr kleine, zarte Zellen, Spermatien, abgeschnürt, die in Schleim gehüllt, allmählich durch die enge, oft mit büschelförmigen Haaren besetzte Oeffnung in großen Massen ausgestoßen werden.

Welche Funktion diesen Spermatien zukommt, ist noch nicht sicher bekannt. Möglicherweise sind es die männlichen Befruchtungskörper.[1])

---

[1]) Rathay (Oesterr. bot. Zeitsch. 1880, S. 302) hebt hervor, daß die Spermogonien einiger Aecidiomyceten wohlriechend und zuckerhaltig sind und er sieht darin eine weitere Analogie dieser Organe mit den männlichen Befruchtungsorganen der Phanerogamen, denen Nectardrüsen in der Blüthe ähnliche Dienste leisten. So hauchen die mit Spermogonien besetzten, unfruchtbar bleibenden, nach Rathay vom pleocarpen (die

Als die vollkommenste Fruchtform der Rostpilze ist die auf denselben Pflanzentheilen mit oder nach den Spermogonien auftretende **Becherfrucht**, die **Aecidiumform** des Pilzes, zu betrachten. Das Aecidium stellt ein bei der Reife nach außen sich öffnendes Schüsselchen oder Becherchen dar, das eine besondere, den Becherrand bildende, aus Zellen des Pilzes bestehende Wandung (**Peridie** oder Pseudoperidie) besitzt und in dieser die zahlreichen, von kurzen Basidien reihenweis erzeugten Sporen trägt. Die Aecidiumsporen keimen alsbald mit einem, durch die Spaltöffnungen eindringenden Keimschlauch und rufen eine neue, mit Uredosporen beginnende Generation hervor.

Die Eintheilung der Rostpilze erfolgt nach der Beschaffenheit und dem Verhalten der Teleutosporen.

Uromyces: Teleutosporen einzellig, kugelig, zu staubigen Häufchen vereinigt.
Cronartium: Teleutosporen einzellig, oblong, zu einer cylindrischen, soliden Säule verbunden.
Puccinia: Teleutosporen zweizellig; ihre Stiele nicht quellend, staubige, festsitzende, die Oberhaut durchbrechende Häufchen darstellend.
Gymnosporangium: Teleutosporen zweizellig mit quellenden Stielen, wodurch die Sporenlager gallertartig zitternde Massen darstellen.
Triphragmium: Teleutosporen dreizellig, kugelig.
Phragmidium: Teleutosporen drei- u. mehrzellig, zu cylindrischen, zierlichen Gebilden vereinigt.
Xenodochus: ein Phragmidium, dessen Teleutosporen in vielzelligen, raupenartigen Körpern auftreten.
Pileolaria: Teleutospore besteht aus einer abgeflacht-kugeligen Zelle, welche bei der Anheftungsstelle an ihren Stiel hutartig eingedrückt erscheint.
Melampsora: Teleutosporen ein- oder mehrzellig, braun, keulenförmig, zu festen, krustenartigen, abgeflacht-halbkugeligen Polstern innerhalb der Epidermis vereinigt.
Coleosporium: Teleutosporen gelbroth, mehrzellig, in festen, wachsartigen Lagern unterhalb der Epidermis vereinigt.
Chrysomyxa: Teleutosporen bilden einfache oder verzweigte orangerothe Zellreihen, die dicht zu frei hervortretenden Polstern vereinigt sind.
Endophyllum: Teleutosporen in eine Peridie eingeschlossene Lager bildend; im Bau dem Aecidium gleichend.

In dem oben skizzirten Entwicklungsgange treten häufig Vereinfachungen ein, indem eine oder die andere der hier geschilderten Formen fehlen kann. Zunächst handelt es sich darum, ein Beispiel der möglichst vollkommen entwickelten Rostpilze kennen zu lernen und solch Beispiel liefert die Gattung

## **Puccinia** Persoon.

(Hierzu Taf. IX.)

Die Teleutosporen werden ohne eine vom Pilze herrührende Hülle gebildet und sind zweizellig. Die Sporen sind frei und stellen meist staubförmige Häufchen dar. Man unterscheidet folgende Gruppen:

---

ganze Pflanze durchziehenden) Mycel des Uromyces scutellatus alterirten, bleichen Triebe der Euphorbia Cyparissias, ferner die mit Spermogonien von P. Anemones, P. obtegens, Falcariae und Tragopogonis besetzten Pflanzentheile einen süßen Duft aus.

1. Leptopuccinia: Es werden nur Teleutosporen gebildet, die fest mit ihren Stielen verbunden bleiben und sofort keimen.
2. Micropuccinia: Ebenfalls nur Teleutosporen produzirend; diese Sporen fallen leicht von ihren Stielen ab, keimen aber erst nach längerer Ruhezeit.
3. Hemipuccinia: Außer den Teleutosporen sind auch Uredosporen bekannt und bei manchen Arten auch bereits Spermogonien.
4. Pucciniopsis: Es treten neben den Teleutosporen die Aecidienbecherchen auf. Uredoform fehlt.
5. Eupuccinia: Alle Formen vorhanden.
   a) Auteupuccinia: autöcische vollkommene Puccinien.
   b) Hetereupuccinia: heteröcische vollkommene Formen.

Zu Letzteren gehören:

## Die Getreideroste,

welche durch drei verschiedene Arten hervorgebracht werden. Dieselben unterscheiden sich von einander theils durch die Gestalt der einzelnen Sporen, theils durch die Lagerung derselben oder auch durch die Nährpflanzen, welche die analogen Entwicklungsformen zu ihrer Ausbildung nöthig haben. Die beiden gewöhnlichsten Arten des Getreiderostes sind Puccinia graminis Pers. und Pucc. straminis dBy., welche auf Weizen, Hafer, Roggen und Gerste vorkommen. Am seltensten findet man die vorzugsweise auf dem Hafer beobachtete dritte Art, Puccinia coronata Corda. Alle drei Arten zeigen denselben Entwicklungsgang.

Sie bilden zuerst die auf den jungen Blättern der Getreidepflanze auftretenden, gelb bis braun verfärbten Flecke (Fig. 1), aus denen später eine goldgelbe, staubige Pustel hervorbricht. Ein Durchschnitt durch solche Pustel läßt erkennen, daß dieselbe von kugeligen oder elliptischen, goldgelben Zellen (Fig. 2 u, 5 u) erfüllt ist, welche auf dünnen, wasserhellen Aestchen (Sterigmen) (Fig. 2 st) des zu einem dichten Stroma zusammengetretenen Mycels stehen.

Die von ihren Sterigmen leicht abfallenden Kügelchen mit einem Inhalte aus körnigem Protoplasma und gelben oder gelbrothen Tröpfchen, sind Knospen, die meist den Namen Stylosporen führen. Diese Stylosporenform der Rostpilze hatte früher, als sie noch als selbständige Pilzgattung aufgefaßt wurde, den Namen Uredo erhalten und deshalb wird diese erste Sporenform der Rostpilze die Uredoform genannt. Die Sporen der erst spät im Frühjahre oder Anfang des Sommers erscheinenden Uredoform von Puccinia graminis (die frühere Uredo linearis Pers.) sind lang oval bis elliptisch (Fig. 2 u); dagegen sind die gleich im zeitigen Frühjahre anzutreffenden von Pucc. straminis, welche die frühere Art Uredo Rubigo vera DC. darstellen, kugelig.

Die leicht vom Winde fortbewegten Uredosporen dienen dem Pilze zur schnellen Vermehrung in der warmen Jahreszeit, bilden somit seine „Sommersporen", welche schon drei Stunden nach ihrer Reife keimend gefunden worden

sind. Der zarte Keimschlauch, welcher an verdünnten Stellen des Endospors (Keimporen), um welche das Epispor[1]) etwas angeschwollen, hindurchbricht, dringt durch eine Spaltöffnung in das gesunde Gewebe ein, verzweigt sich innerhalb desselben zu einem reichen Mycel, das alsbald wieder zum Strome sich verfilzt und in 6—10 Tagen neue Uredosporen erzeugt. Bei der schnellen Vermehrung dieser Sporenform ist es erklärlich, daß von wenigen Pflanzen selbst ein ganzes Feld in kurzer Zeit angesteckt werden kann und daß nur günstige Entwicklungsbedingungen für den Pilz nöthig sind, um das epidemische Auftreten des Rostes vom ersten Frühjahre an hervorzurufen. Aber es bedarf selbst nicht immer einer direkten Infection im Frühjahre zum Auftreten einer Rost-Epidemie, da auch die Herbstinfection des Wintergetreides vollkommen ausreicht. Das Mycel des Rostes (wenigstens das von Pucc. straminis)[2]) überwintert schadlos im Parenchym der Getreideblätter.

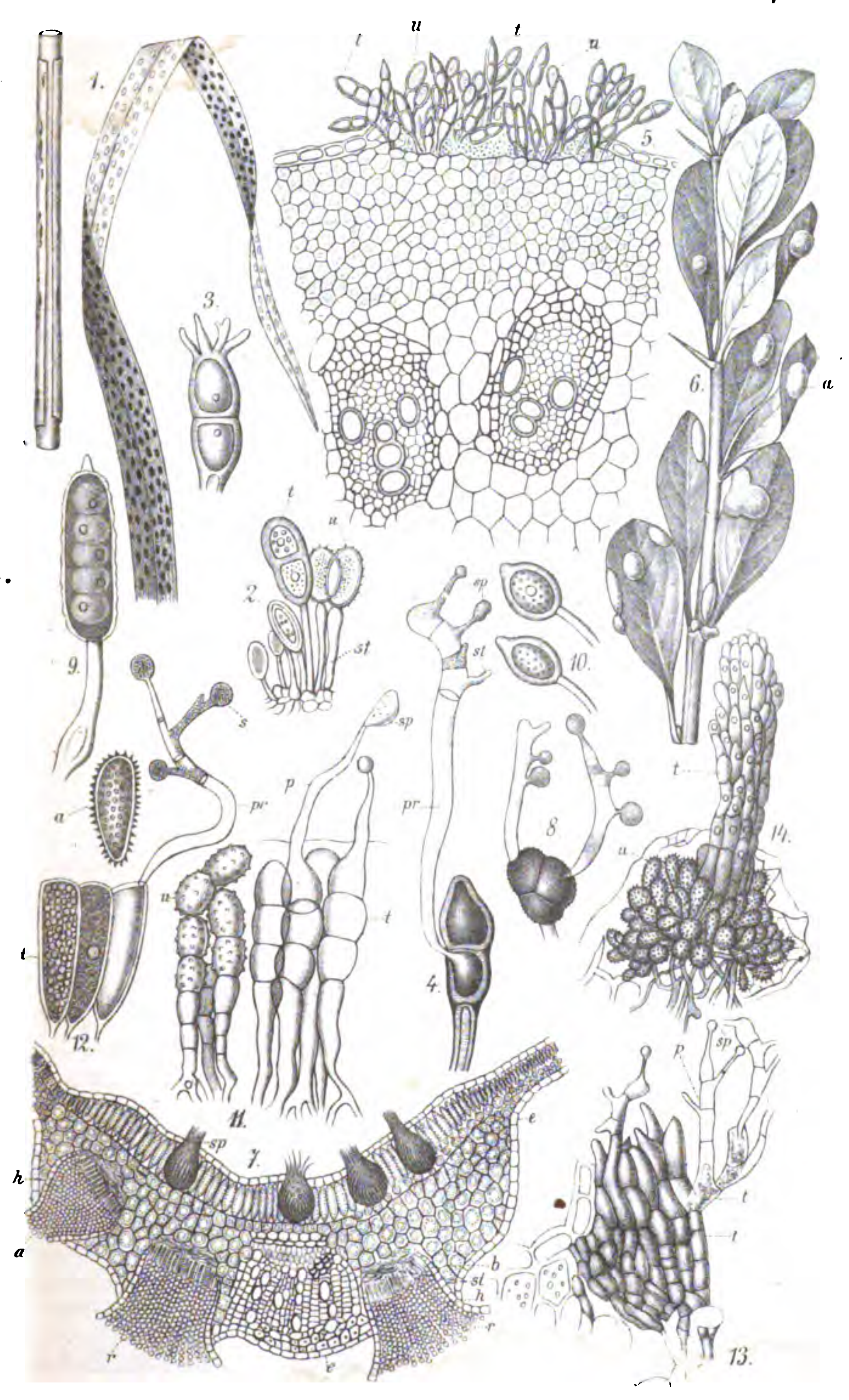
In der Regel an derselben Stelle, wo die Sommersporen sich zeigen, entstehen später im Jahre auch die fester gebaueten, den Winter überdauernden Sporen, die Teleutosporen. Dieselben sind zweizellige (die Uredosporen waren einzellig) dickwandige, braune Gebilde auf meist hellen Stielchen, welche stets mit der Spore verbunden bleiben, und früher, so lange sie als abgeschlossene Gattung betrachtet wurden, speziell den Namen Puccinia führten. Jetzt wird der frühere Name der Winterspore auf alle sich daraus entwickelnden Fruchtformen übertragen. Bei Puccinia graminis sind diese Wintersporen, welche in langen unbedeckten Häufchen zu Tage treten, länglich, in der Mitte eingeschnürt, am Scheitel verdickt und oft zugespitzt; ihr Stiel ist etwa so lang als die Spore selbst (Fig. 2t, 5t). Bei Puccinia straminis (Fig. 4) finden sich die am Scheitel häufiger abgeflachten, sehr kurz gestielten Teleutosporen in kleineren Häufchen, welche dauernd von der unverletzten oder kaum zerrissenen Oberhaut des Pflanzentheiles bedeckt bleiben. Während bei Pucc. graminis in denselben länglichen Häufchen beide Arten von Sporenformen zu finden sind, zeigt P. stram. in der Regel isolirte, rundliche Häufchen, die entweder nur Sommer- oder nur Wintersporen enthalten. Die Pucc. coronata hat keulenförmige, sitzende, am Scheitel abgeflachte und mit dunkleren, zackigen Fortsätzen an der Spitze versehene Teleutosporen (Fig. 3), deren längliche Häufchen im reifen Zustande von der endlich zerrissenen Oberhaut des Pflanzentheiles nur lose bedeckt erscheinen.

Sämmtliche Teleutosporen bedürfen einer Ruhezeit, bevor sie keimen können. Ist diese, der Winter, vorüber, so entwickeln sie einen kurzen, dicken, un-

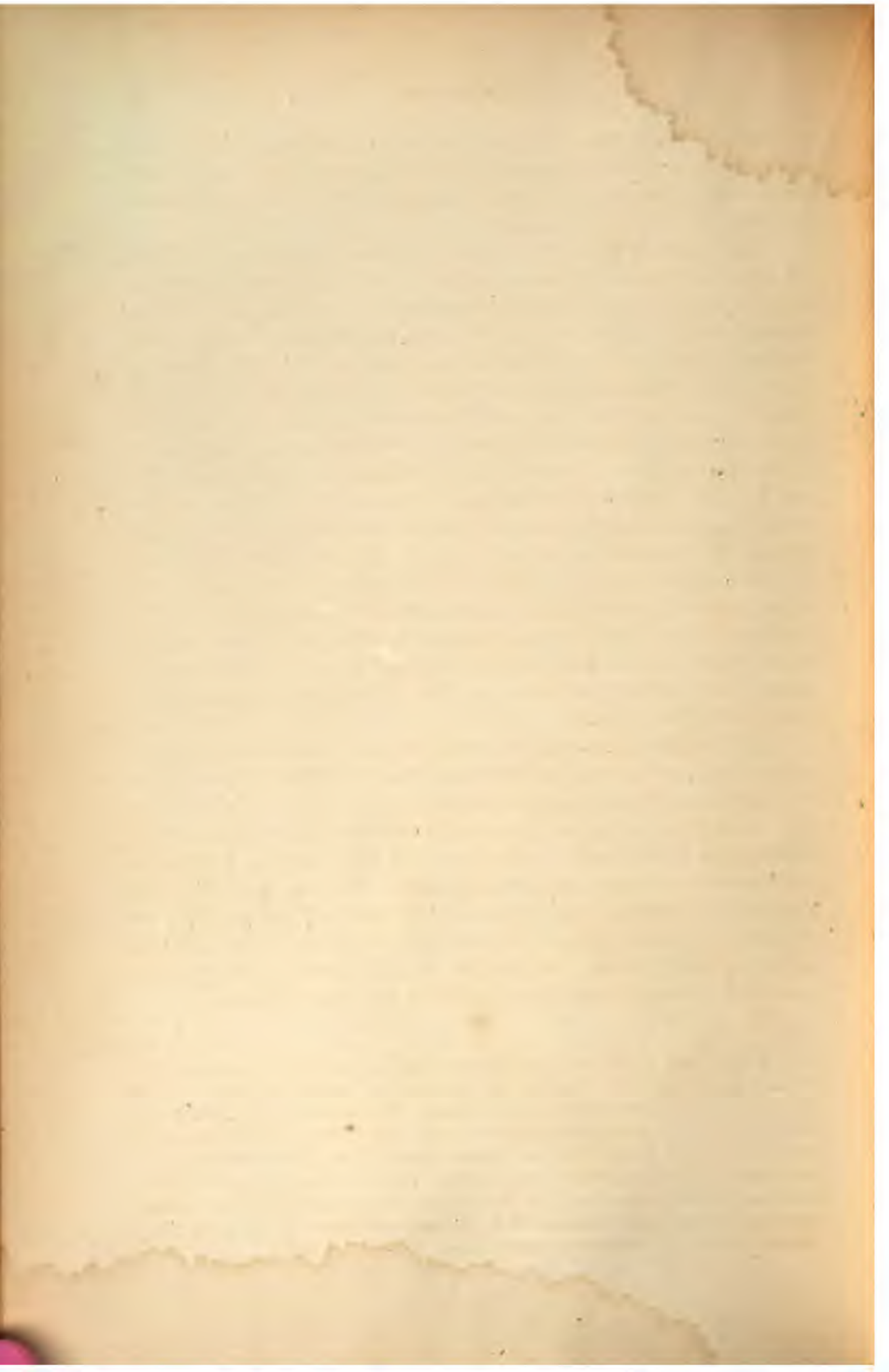
---

[1]) Bei den Uredosporen der verschiedenen Arten ist das Epispor in sehr verschiedenem Grade angeschwollen.

[2]) de Bary (Akad. der Wiss., Monatsber. 1866, S. 213. Sitzung vom 19. April) giebt an, daß Pucc. graminis in ihrem grasbewohnenden Mycel den Winter nicht lebend überdauert. Bei Pucc. coronata ist es nicht festgestellt.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



gefärbten, in wenige kurze Sterigmen (Fig. 4 st) auslaufenden, septirten Keimschlauch (Fig. 4 pr), ein Promycelium, dessen Spitzenwachsthum bald still steht, dessen Aestchen aber an ihrer Spitze je ein ovales oder nierenförmiges Zellchen, eine Sporidie (Fig. 4 sp) entwickeln.

Die Sporidien fallen sehr leicht ab und keimen mit einem feinen Keimschlauche aus. Von der Unterlage nun, auf welche die Sporidien gelangt sind, hängt es jetzt ab, ob ihr Keimschlauch zu einem neuen Mycel sich ausbildet. Die ausgekeimte Sporidie entwickelt sich nämlich auf Grasblättern nicht weiter, sondern braucht nun je nach ihrer Art eine ganz bestimmte Nährpflanze aus einer anderen Pflanzenfamilie. So verlangt die Pucc. graminis für ihre Sporidien das Blatt der Berberitze (Berberis vulgaris L.), die Pucc. straminis erfordert Pflanzen aus der Familie der Asperifoliaceen, wie z. B. die Ochsenzunge (Anchusa officinalis L.), die Schwarzwurz (Symphytum officinale L.), das Lungenkraut (Pulmonaria officinalis L.) ꝛc. Pucc. coronata bedarf der Blätter des Kreuzdornes (Rhamnus cathartica L.) und des Faulbaumes (Rh. Frangula L. und Rh. alpina) zu ihrer ferneren Ausbildung. Ist solche passende Unterlage vorhanden, dann bohrt sich der aus den Sporidien kommende, pfriemenförmige Keimschlauch durch die Wandungen der Epidermiszellen, um in das Innere zu gelangen und sich zum Mycel auszubilden; dieses erzeugt manchmal schon innerhalb 14 Tage ganz neue Fruchtformen, die lange Zeit als selbständige Gattung aufgefaßt und mit dem Namen Aecidium belegt worden sind (Fig. 6).

Die künstlichen Impfversuche[1]), welche wir de Bary verdanken, zeigen nämlich, daß aus dem bald nachweisbaren Mycel im Blatte nahe der Oberseite dichte, aus feinen Pilzfäden gebildete, etwa kegelförmige Behälter (Fig. 7 sp) hervorgehen, welche als gelbe Pusteln bei ihrer Vergrößerung auf der Blattoberseite die Epidermis durchbrechen. Die Mündung der kegelförmigen Pilzbehälter ist mit kurzen, dünnen Fäden besetzt. Von der inneren Wandung des Behälters entspringen äußerst zahlreiche, dicht gedrängte, nach der Mitte convergirende, pfriemliche Zweige, an deren Spitze sehr feine, stäbchenförmige Zellen abgeschnürt werden. Es sind die in ihrer Bedeutung für die Pilzentwicklung noch unbekannten Spermogonien mit ihren Spermatien.

---

[1]) Der Erste, welcher den Zusammenhang zwischen der Berberitze und der Pucc. gram. nachgewiesen, war (s. Nielsen in Ugeskrift for Landmaend 1884) der Däne Schöler, der 1807 seine Studien darüber begann. Eines seiner überzeugendsten Experimente machte er im Jahre 1816, indem er frische, mit Rost bedeckte Berberitzenzweige auf ein vom Thau feuchtes Feld mit Raygras brachte. In 5 Tagen waren die mit Aecidiumsporen bestreuten Pflanzen rostig, während das ganze übrige Feld gesund erschien. Dabei war dem Beobachter auch schon klar, daß die Becherform des Pilzes nicht durchaus durchlaufen werden muß, wenn der Rost sich weiter verbreiten soll. (s. Plowright: Wheat Mildew and Barberry. Gard. Chron. 1884, I, S. 767.)

Einige Tage später treten in der Nähe der Spermogonien auch die als vollkommenste Entwicklungsform angesehenen Aecidiumbecher (Fig. 7a) auf. Dieselben stellen tief in das Gewebe des Blattes eingesenkte, mit einer eigenen, aus abortirten Sporen gebildeten Hülle (Fig. 7 h) versehene, kugelige, große Kapseln dar, die sich becherförmig nach der Blattunterseite hin öffnen, indem sie ihre eigene Hülle, die Peridie (Fig. 7 h) und die sie bedeckende Epidermis (Fig. 7 e) des Blattes zersprengen und ihren Inhalt als ein reichliches, goldgelbes Pulver von Sporen an die Oberfläche treten lassen (Fig. 6a, 7a). Die derbwandigen, runden oder (durch gegenseitigen Druck) etwas eckigen Sporen des Aecidium-Becherchens bilden zahlreiche, rosenkranzförmige Reihen (Fig. 7 r) auf mattgefärbten Stielchen (Basidien) (Fig. 7 b), welche als Aeste des zu einem dichten Stroma (Fig. 7 st) zusammengetretenen Mycels zu betrachten sind.

So haben wir denn das letzte Entwicklungsstadium der Rostpilze kennen gelernt, das allerdings mit dem Getreideroste in keiner Beziehung zu stehen scheint. Es ist die Becherfrucht, welche auf der Berberitze als Berberitzen-Rost, Aecidium Berberidis (Fig. 6a) bekannt ist.[1]) In Gestalt und Entwicklung entspricht dem Aec. Berberidis eine Becherform auf den Asperifoliaceen, das Aecidium Asperifolii und eine dritte Art auf dem Kreuzdorn, Aecidium Rhamni (Aec. elongatum Lk.). Den Zusammenhang zwischen diesen Becherfrüchten und den Formen des Pilzes auf den Getreidearten hat de Bary, wie bereits erwähnt, genauer nachgewiesen. Derselbe fand, daß die Sporen des Aec. Berberidis, auf Getreideblätter ausgesäet, alsbald einen häufig verzweigten Keimschlauch bilden, der in die Spaltöffnungen des Blattes eindringt und sich zum Mycel ausbildet, welches 14 Tage nach der Aussaat neue Uredosporen, also die erste Form des Getreiderostes und zwar der Puccinia graminis entwickelt.[2]) Durch

---

[1]) Vielfach verwechselt mit dem Aecid. Berberidis wird das auf unserer Berberis vulgaris nicht seltene Aecid. Magelhaenicum Berk., welches von Berkeley ursprünglich auf einem aus Port Famine an der Magelhaens-Straße stammenden Exemplar von Berberis ilicifolia beschrieben worden ist. Der Pilz, der früher als Aecid. Berb. auftritt, verursacht Hexenbesenbildung an der Berberitze. Gleich nach dem Aufbrechen der Knospen im April sind die jungen Blätter ober- und unterseits mit den Spermogonien bedeckt, denen im Mai die Becherfrüchte folgen. Die Achselknospen dieser Blattrosetten entwickeln sich theilweis zu langgliederigen, nestartig dichtstehenden, pilzfreien Zweigen, aus deren Knospen aber im folgenden Jahre häufig wieder pilzbedeckte Blattrosetten hervortreten, so daß man vermuthen kann, das Mycel sei perennirend. Magnus*), der auch durch Impfversuche constatirt hat, daß der Pilz nicht auf Triticum repens übertragbar ist, fand allerdings kein Mycel in den Zweigen, sondern nur in den Blattstielen. Mit der in Chile auf Berberis glauca beobachteten Becherfrucht von der autöcischen Puccinia Berberidis Mntgel. hat Aecid. Magelh. keinen Zusammenhang.

[2]) Annalen der Landwirthschaft in den Königl. Preuß. Staaten. Jahrg. 1865. Monatsheft II und III.

---

*) Magnus in d. Verhandl. d. Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1875, S. 87.

diese Entdeckung ist gleichzeitig die von den Landwirthen immer wiederholte und trotz aller Verneinung von wissenschaftlicher Seite aufrecht erhaltene Behauptung bestätigt worden, daß die Berberitzensträucher in der Nähe der Getreidefelder den Rost zu erzeugen im Stande sind.

Analog diesem Generationswechsel von Puccinia graminis ist später ebenfalls von de Bary[1]) der Zusammenhang von Pucc. straminis mit Aecid. Asperifolii, sowie der zwischen Pucc. coronata und Aecid. Rhamni festgestellt worden.[2]) Die Keimschläuche der Pucc. straminis drangen durch die Oberhaut der Samenblätter unserer wilden Lycopsis hindurch und es zeigten sich in Folge dessen nach 17 Tagen in der Nähe der geimpften Stellen die Spermogonien und etwas später die Aecidiumbecherchen, von denen Sporen, nun auf junge Grasblätter geimpft, nach acht bis zehn Tagen den Rost in der Form von Uredo und zwanzig Tage nach der Impfung schon in der Form von Puccinia erzeugten.

Der Nachweis der Zusammengehörigkeit derartig verschiedener Pilzformen hat nicht nur seine ungemeine Bedeutung für die Wissenschaft, sondern auch seine große praktische Wichtigkeit. Jetzt, nachdem wir gesehen, daß wir den Feind gar nicht allein auf dem Getreide und vielen anderen Wiesengräsern, sondern auch auf Sträuchern und krautartigen, wildwachsenden, überall vorkommenden Pflanzen zu suchen haben, wird es klar werden, daß an ein Vernichten des Pilzes nicht zu denken ist, sondern daß der einzige Ausweg darin besteht, einen möglichst wenig günstigen Mutterboden für die Rostpilze zu schaffen, indem wir zunächst diejenigen Varietäten aufsuchen, welche erfahrungsgemäß vom Roste weniger leiden. Wenn wir ferner durch eine, den Bodenverhältnissen genau angepaßte Kultur versuchen, recht normale, kräftige, aber nicht üppige Pflanzen zu erziehen, so befähigen wir dieselben, äußeren schädlichen Einflüssen um so kräftigeren Widerstand zu leisten. Es kommt außerdem noch ein Punkt hinzu, der volle Beachtung verdient und der auch schon von dem Domänenpächter Zimmermann[3]) zur Erklärung der Erscheinung benutzt worden ist, daß Roggen in seiner Gegend so stark vom Roste zu leiden hat. Es ist die längere Vegetationszeit einer Getreideart. In der That läßt sich einsehen, daß diejenigen Pflanzen, welche langsam ihre Blätter entwickeln und reifen, weit länger dem Rostpilze passende Angriffspunkte liefern, als solche, deren Blattkörper in schneller Aufeinanderfolge entwickelt wird und nach 6 bis 8 Wochen bereits abreift. Darum dürften die Winterhalmfrüchte, wie beobachtet worden, mehr leiden, als das Sommergetreide.

---

[1]) Monatsber. d. Akad. der Wissenschaften zu Berlin 1866, 19. April. — Außerdem vgl. ebend. 1864 und 1865.

[2]) Aec. Rhamni saxatilis gehört zu Pucc. Sesleriae. s. Reichardt: Ueber einige neue und seltene Pilze d. österr. Flora. Separatabzug.

[3]) Landwirthschaftl. Zeit. für Westfalen und Lippe 1869, Nr. 42.

An diesen Punkt schließt sich die nicht minder wichtige, allgemein wahrnehmbare Beobachtung, daß bestimmte Arten und Varietäten von der Krankheit weniger zu leiden haben. So zeigt die bisherige Erfahrung, daß der polnische Weizen (Triticum polonicum L.), der Spelt (Tr. Spelta L.) und der englische Weizen (Tr. turgidum L.) im Allgemeinen weniger vom Roste befallen sind. Nach Versuchen von Paul Pietrusky[1]) wären folgende Spielarten die widerstandsfähigsten:

1. Von weißen Kolbenweizensorten sind der bengalische Weizen und Clay's Riesen-Weizen zu nennen.

2. Von rothen und bunten Kolbenweizen: Camfsane price, Champion-Weizen, Richmond's Riesen-Weizen, rother sechsreihiger Kolbenweizen und Prince Albert.

3. Von Grannen-Weizen: neuer Castilischer- und Binkel-Weizen.

4. Von hartsamigen Bartweizen: Igel- und brauner sammetartiger Weizen.

5. Von englischen Weizen: der Riesen-Weizen von St. Helena, der rothe sammetartige und der Tuneser-Weizen.

6. Es schließt sich hieran der rothe Emmer oder Einkorn.

7. Von Spelz-Weizen: Vögel's Dinkel.

Mehrjährige, vergleichende Kulturversuche, die Werner, Körnicke und Havenstein in Poppelsdorf durchgeführt haben[2]), ließen zwei Weizensorten als die widerstandsfähigsten gegen Rost erkennen; es waren dies der auch zum Lagern wenig Neigung zeigende Kessingland-Weizen, der überdies wenig Ansprüche an den Boden macht und Spalding's prolific Wheat. Letzterer ist ebenfalls ein Winterweizen, der auf leichten, sandigen Lehmböden noch gute Ernten liefert und der selbst bei Lagerung auf reichen Bodenarten doch nicht leicht vom Rost befallen wird. Allerdings ist er gegen ungünstige Witterung empfindlich.

Bei diesen Versuchen, die, wie alle Feldversuche, für andere Gegenden nur den Werth haben, daß sie die Auswahl der zuerst durch den Anbau zu prüfenden Varietäten durch Empfehlung der anderswo bewährten erleichtern, hatten weder die Kultur, noch Vorfrüchte, Düngung oder Bodenbeschaffenheit einen erkennbaren Einfluß ausgeübt, so daß anzunehmen ist, daß die Varietät allein bei der Ernte zum Ausdruck gelangte.

Nicht selten erkennt man aber einen Einfluß der Kultur. So gewahrt man in größeren Roggenschlägen, die ganz kurze Zeit nach einander bestellt worden, einzelne Feldstücke ganz besonders vom Rost befallen, obgleich hier Saatgut, Art der Bestellung und Witterung dieselben gewesen. In einem neuerdings beobachteten Falle erfuhr ich, daß die mitten in weniger rostigen

[1]) Land- und forstwirthschaftl. Zeit. der Prov. Preußen 1869, Nr. 40.

[2]) Biedermann's Centralbl. f. Agrikulturchemie 1878, S. 838.

Feldern liegenden Schläge, welche sehr stark von Pucc. gram. befallen waren, durch frische Mistdüngung zu einer bedeutenden Ueppigkeit gebracht worden waren. Da sich die Schmarotzer im Allgemeinen, wie dies aus der häufigen Vorliebe derselben für junge Organe und Blüthenanlagen hervorgeht, einen verhältnißmäßig stickstoffreichen Boden aussuchen, so findet auch das Befallen stark mit Mist gedüngter Aecker seine Erklärung. Solche Pflanzen enthalten neben vielen Alkalien auch ein bedeutendes Plus an Proteïnsubstanzen im Verhältniß zu gleichalterigen, nicht frisch gedüngten Pflanzen. Auch anderweitige Alterationen der Nährpflanze werden geeignet sein, einen günstigen Nährboden für den Pilz herzustellen. So zeigte mir Geheimrath Settegast auf dem Versuchsfelde in Proskau eine Parzelle mit weißem, amerikanischem Weizen, der zwischen anderen, weniger rostigen Weizenvarietäten stehend, sich durch auffallend starke Erkrankung auszeichnete. Dieser Weizen litt auch stark an Steinbrand. Das Auffallende nun war, daß bei denjenigen Aehren, welche vom Steinbrande litten, sich der Rost in ungemeiner Ueppigkeit auf den Spelzen entwickelt hatte, während er bei den nichtbrandigen Halmen auf die Blätter beschränkt geblieben.

So wenig es bis jetzt gelungen, den Zustand der Nährpflanze zu präcisiren, der dieselbe besonders empfänglich für die Rostpilze macht, ebensowenig liegt bis jetzt die Möglichkeit vor, zu erklären, wodurch ein mehrfach von der Praxis beobachteter, plötzlicher Stillstand in der Pilzvegetation bei bestimmten Sorten eintritt. Ein Beispiel hierfür verdanke ich ebenfalls dem obengenannten Beobachter. Unter den Varietäten des Versuchsfeldes befand sich eine größere Parzelle mit flandrischem Weizen (einem Sammetweizen), der in der ersten Zeit seiner Entwicklung derartig vom Roste befallen war, daß man ein Fehlschlagen der Ernte vermuthete. Nach einem sehr starken Gewitterregen erholten sich die Pflanzen aber in einer Weise, daß die Ernte eine vollkommen gute zu werden versprach. Die Untersuchung zeigt, daß zwar auch in den obersten Blättern noch Mycel vorhanden, daß aber nur ganz vereinzelt Stylosporenhaufen aufgetreten waren und die Aehren vollkommen gesund und kräftig sich entwickelten. Die unteren Blätter, welche früher theilweis gelbstaubig von den zahllosen Uredosporen aussahen, waren abgetrocknet, die oberen waren kräftig grün und nur leicht gelb gefleckt, mit Ausnahme der vertrocknenden, stärker inficirt gewesenen Spitzen. Solche Erscheinungen sollen häufig auftreten und die Praxis sagt dann, der Regen habe den Rost abgewaschen. Wahrscheinlich ist durch eine plötzliche Steigerung der Wachsthumsenergie der Nährpflanze den Pilzen der bisher sehr günstige Mutterboden entzogen worden.

Die obige Angabe betreffs des Helena-Weizens findet eine Bestätigung, aber auch zugleich eine Einschränkung in anderer Beziehung durch Settegast[1]), dessen langjährige Erfahrungen hierbei von besonderem Gewichte sind. Der-

[1]) Zeitschr. für Ethnologie von Bastian und Hartmann 1871, Heft II, S. 95.

selbe spricht zunächst vom englischen Weizen (Triticum turgidum) im Allgemeinen. Dieser Weizen besitzt in mancher Beziehung große Vorzüge; er ist dem Lagern und dem Roste weniger unterworfen als Tr. vulgare und die meisten der so schönen Sorten des Kolbenweizens. Auch ist sein Ertrag auf einem reichen Thonboden oft überraschend groß. Unter den verschiedenen Lokalvarietäten des Tr. turgidum wird am häufigsten der sog. Helena-Weizen erwähnt, mit rohrartigem Halme, dem Lagern und dem Roste am meisten trotzend. Wo die letztere Krankheit fast der beständige Begleiter der Weizenkultur ist, da bleibt Tr. turgidum immerhin sehr empfehlenswerth, obgleich zu seinen Schattenseiten auch noch die gehört, einem harten, trockenen Winter ohne Schneedecke nicht genügenden Widerstand zu leisten.

Aehnlich, wie Settegast, spricht sich Weidenhammer[1]) in der Deutschen landwirthschaftlichen Zeitung aus. Die Vorzüge dieses Weizens bestehen in relativ höheren Massenerträgen, in kräftiger Halmbildung und daher geringerer Neigung zum Lagern, sowie in einer geringeren Disposition zum sogenannten Befallen. Die Nachtheile sind das häufig bemerkte, leichtere Auswintern und der hohe Wassergehalt des Korns, das sich schlecht mahlen läßt. Das Mehl klebt an den Steinen fest, wird schmierig, leicht warm und bekommt häufig schon während des Mahlens einen Stich; es läßt sich schlecht verbacken und liefert sehr leicht eine schliefige Waare. Endlich aber ist seine Aufbewahrung eine sehr schwierige.

Als widerstandsfähige Roggensorten sind nach den Anbauversuchen von Werner und Körnicke[2]) besonders empfehlenswerth:

1. Der Rheinische Roggen, der für stroharme Güter mit Mittelboden besser als der Probsteier Roggen erscheint, welcher auf schwerem Boden höhere Körnererträge liefert. Ein Nachtheil des Rheinischen Roggens ist seine Neigung zur Lagerung.

2. Correns-Staudenroggen mit festem, nicht leicht lagerndem Stroh und (wegen später Entwicklung) bemerkenswerther Widerstandsfähigkeit gegen Frühjahrsfröste. Er liebt leichten, sandigen Boden. Vom Rost mehr oder weniger stark heimgesucht zeigten sich der große russische, der Garde-du-Corps-Roggen und der römische Roggen.

Als widerstandsfähige Gerstensorten führen Werner und Körnicke[3]) unter den zweizeiligen Gersten an:

1. Die Gold-Melone mit langem, nicht lagerndem Stroh.

2. Prima-Donna, wie die Vorige eine Pedegree-Gerste mit zwar blatt-

---

[1]) Fühling's Neue landw. Zeit. 1871, S. 678.

[2]) Werner und Körnicke: Ueber die Werthigkeit einiger Roggensorten. Fühling's landw. Zeit. 1878, Heft 12.

[3]) ibid. 1879, Heft 3.

armem, aber dafür nicht leicht lagerndem und sehr gut dem Rost widerstehendem Stroh.

3. Die frühe vierzeilige Oderbruch-Gerste mit blattreichem, zum Füttern besonders geeigneten, nicht leicht lagerndem Stroh und großer Widerstandsfähigkeit gegen Rost.

Dem Befallen stärker ausgesetzt erwiesen sich die Victoria- und die Mandschurei-Gerste, sowie unter den zweizeiligen Sorten die Goldtropfen-, die schottische Annat- und die Imperial-Gerste.

Daß wir selbst bei bester Kultur und vorsichtiger Auswahl passender Varietäten den Rost nur nach Kräften beschränken und nicht gänzlich verhüten können, darf nicht befremden, wenn wir bedenken, daß die Witterung, die durch großen Feuchtigkeitsgehalt ein wesentliches Beförderungsmittel für die Pilzverbreitung abgiebt, nicht von uns regulirt werden kann und daß zweitens die Leichtigkeit der Infection unserer Getreidefelder von dem Bestande der benachbarten Felder und Wiesen abhängt, welche so viele Nährpflanzen für die verschiedenen Fructificationsformen der Puccinia enthalten. Abgesehen von den oben erwähnten Wirthspflanzen für die betreffenden Aecidiumformen, haben wir auch eine große Anzahl wilder Gräser, die manchmal reichlicher vom Roste zu leiden haben, als unsere kultivirten Cerealien. Die Pucc. graminis z. B. entwickelt ihre Sommer- und Wintersporen außer auf sämmtlichen Getreidearten auch noch auf Straußgras (Agrostis vulgaris With., Agrostis alba L.), Schmele (Aira caespitosa L.), Knauelgras (Dactylis glomerata L.), Quecke (Triticum repens L.), Ruchgras (Anthoxanthum odoratum L.), Fuchsschwanz (Alopecurus fulvus L.), Raygras (Lolium perenne L.). Die Pucc. stram. erscheint an Trespe (Bromus tectorum L.), Mäusegerste (Hordeum murinum L.). Die seltenere Pucc. coronata, welche von den Cerealien speziell dem Hafer anzugehören scheint, ist auch auf Alopecurus pratensis L., dem Wiesenfuchsschwanze, auf dem Landrohre (Calamagrostis Epigeios L.), dem Honiggrase (Holcus lanatus L.), dem hohen Schwingel (Festuca elatior L.), der weichen Trespe (Bromus mollis L.) und dem Raygrase gefunden worden.

Auf den Früchten und Fruchtstielen von Mahonia Aquifolium ist das Aecidium Berberidis ebenfalls mehrfach beobachtet worden. Die Früchte schwellen ebenso wie die der Berberitze an den Angriffsstellen des Pilzes einseitig an. Dieses Aecidium ist aber nicht zu verwechseln mit dem autöcischen von de Bary[1]) auf Berberis glauca beobachteten, bei welchem Teleutosporen und Aecidienfrüchte gleichzeitig auf demselben Blatte vorkommen.

Nach der anfangs gegebenen Eintheilung führen wir einige der wichtigsten Puccinien an.[2])

---

[1]) Bot. Zeit. 1879, S. 845.

[2]) nach Winter l. c. p. 164 ff.

### Eupuccinia.

*a) Hetereupuccinia.*

P. graminis Pers. Teleutosporen auf den vorerwähnten Gräsern, Aecidien auf verschiedenen Berberitzen und Mahonia. P. straminis Fuck. (P. striaeformis Westd., P. Rubigo-vera Wtr.) Die Teleutosporen, welche nach Winter von einem dichten Kranze brauner Paraphysen umgeben sind, auf vorgenannten Gräsern, Becherfrucht auf Asperifoliaceen. Als eine Form dieses Rostes (f. simplex Kke) führt Winter die durch vorwiegend einzellige Teleutosporen ausgezeichnete P. Hordei Fuck. auf Gersten-Arten auf. P. coronata Cda. auf Hafer und einigen andern Gräsern, Becherfrucht auf Rhamnus Frangula, alpina und cathartica. P. Moliniae Tul. auf Molinia coerulea, Becherfrucht auf Orchis militaris und Listera ovata R. Br. P. Poarum Niels. auf Poa annua, nemoralis und pratensis, Becherfrucht auf Tussilago Farfara. P. Sesleriae Reich. auf Sesleria coerulea, Becherfrucht auf Rhamnus saxatilis Jaqu. P. Magnusiana Krnke auf Phragmites communis Trin., Becherfrucht auf Rumex conglomeratus, obtusifolius, crispus,[1]) Hydrolapathum Huds. und Acetosa. P. sessilis Schneid. auf Phalaris arundinacea, Becherfrucht

[1]) Plowright (Bot. Jahresber. XI, 1883, Abth. I, S. 384) fand bei seinen Impfversuchen, daß das Aecidium Rumicis auf vorgenannten Rumex-Arten und auf Rheum zu Pucc. arundinacea Tul. (auf Phragmites comm.) gehört; Pucc. Magnusiana ergab bei der Aussaat auf diese Pflanzen keine Aecidien, sondern nur auf Rumex Hydrolapathum. Ueber die auf Phragmites comm. vorkommenden Puccinien herrscht keine vollkommene Klarheit. So berichtet Rostrup (Nogle rye Jagttagelser angaaende heteroeciske Uredineer. Kjbenhavn 1884, S. X), daß er bei mehreren Aussaatversuchen mit Pucc. Magnusiana auf verschiedene Arten von Rheum die Aecidienbecherchen erhalten hat. R. glaubt, auf Phragmites comm. 5 verschiedene Puccinien annehmen zu können. Außer P. Magn. ist die Pucc. Phragmitis, von der Nielson 1879 erfolgreiche Aussaatversuche gemacht und Aecidien auf Rumex Acetosa und umgekehrt erhalten, was Plowright verneint; derselbe fand von dieser Pucc. Phragmitis die Becherform auf Rumex Hydrolop., obtusifolius, crispus, conglomeratus und Rheum officinale. Cornu erwähnt eine dritte Teleutosporenform, die vielleicht den alten Namen Pucc. arundinaceae beibehalten kann und deren Becherfrucht auf Ranunculus repens im Herbst erscheint. Außerdem scheinen noch Pucc. gram. und stram. auf Phragmites vorzukommen.

Neuerdings giebt Plowright (On the Gife-History of certain British Heteroccismal Uredines) cit. bot. Centralbl. 1885, Bd. XXIII, Nr. 1, daß Pucc. Magnus. ebensowohl wie Uromyces Poae auf Ranunc. repens Aecidien erzeugen; beide sind anatomisch von einander nicht zu unterscheiden. Dasselbe Verhalten zeigen die auf Ranunc. bulbosus vorkommenden Aecidien von Uromyc. Dactylidis und Pucc. Magnusian. Das auf Ranunc. acris vorkommende Aecidium gehört nach Plowright zu Puccinia perplexans Plowr., deren Teleutosporen auf Alopecurus pratensis, Avena elatior und Poa vorkommen.

Pucc. Schoeleriana Plowr. auf Carex erzeugt ein Aecidium auf Senecio Jacobaea. Rostrup fand Aecidienbecher auf Cirsium palustre, lanceolatum und arvense; die unter den befallenen Pflanzen wachsenden Carex-Arten litten auffallend an Pucc. didicae Magn. Ebenso waren die Pflanzen von Eriophorum angustifolium, die in der Nähe von vielen, mit Aecidium Cinerariae Rostr. bedeckten Exemplaren von Cineraria palustris standen, mit Pucc. Eriophori Thüm. übersäet.

auf Allium ursinum. P. Caricis Schum. auf verschiedenen Arten von Carex, Becherfrucht auf Urtica pilulifera, urens und dioica. P. limosae Magn. auf Carex limosa, Becherfrucht auf Lysimachia thyrsiflora und vulgaris. P. silvatica Schröt. auf Carex divulsa Good. und brizoides, Becherfrucht auf Taraxum officinale.

*b) Auteupuccinia.*[1])

Puccinia Porri (Sow.) Wtr. auf Allium sativum, Ophioscorodon Don., Porrum, rotundum, sphaerocephalum, Scorodoprasum. Schoenoprasum, Cepa, fistulosum u. A. P. Asparagi DC. auf Asparagus officinalis. Bei der stets zunehmenden Ausbreitung der Spargelkultur hat der Pilz eine erhöhte wirthschaftliche Bedeutung. Im Herbst, wo die Bildung der Uredoform aufgehört hat und die Lager nur noch Wintersporen entwickeln, ist auch die Zeit, mit dem Ankämpfen gegen die Krankheit vorzugehen. Da man weiß, daß sich bei günstiger Witterung im Frühjahre um so mehr Aecidiumfrüchte entwickeln, je mehr Teleutosporen über Winter auf dem Felde geblieben sind, so wird man im Herbste mit Sorgfalt das kranke, durch seine braunschwarzfleckige Oberfläche leicht kenntliche Spargelstroh sammeln und entfernen müssen. Die beste Verwendung des kranken Spargelstrohes ist die zur Feuerung, da man nur dann mit Sicherheit auf Vernichtung der Teleutosporen rechnen kann. Viel schwieriger und gründlich kaum durchführbar wird das Abschneiden derjenigen grünen Stengel im Frühjahre sein, welche durch ihre orangegelbe Punktirung ihr Behaftetsein mit der Aecidienform des Schmarotzers anzeigen. P. Aristolochiae (DC.) Wtr. auf Aristolochia rotunda und Clematitis. P. Primulae (DC.) Wtr. auf Primula officinalis Jaqu., elatior Jaqu. und acaulis Jaqu. P. Menthae Pers. auf den meisten Arten von Mentha, auf Origanum vulgare, Satureja hortensis, Nepeta, Calamintha und andern Lippenblüthlern. P. Gentianae Straufs auf Gentiana cruciata, asclepiadea, Pneumonanthe u. A. P. flosculorum Alb. et Schwein. (P. Compositarum Schlecht.) in verschiedenen Formen auf Hieracium, Crepis und vielen andern Körbchenträgern. Es kommen auf den Compositen noch mancherlei Puccinien vor, von denen es fraglich ist, ob sie als Form der hier angeführten Art oder als eigne Arten aufgefaßt werden müssen. Sicher unterschieden werden muß aber von der Vorigen die P. Tanaceti DC. (P. Discoidearum Lk., P. Helianthi Schw.) auf Helianthus annuus, verschiedenen Arten von Artemisia, auf Tanacetum und Chrysanthemum corymbosum. Dieser auch bei uns vorkommende Rost hat in neuerer Zeit die in Südrußland der Oelgewinnung wegen im Großen angebaute Sonnenrose derartig zerstört, daß man sich stellenweis gezwungen sah, den Anbau ganz aufzugeben. Es mag hier auf eine an die Heteröcie erinnernde Eigenthümlichkeit aufmerksam gemacht werden, die darin besteht, daß auf manchen Gattungen von Nährpflanzen sich ein Rost nur in gewissen Formen entwickelt, während er auf andern Gattungen derselben Familie sämmtliche Formen reift. Magnus[2]) erwähnt ein Beispiel bei einer epidemischen Erkrankung der Centaurea Cyanus, auf der ein Rost vorkommt, der zwar von Passerini als besondere Art, Puccinia Cyani beschrieben worden, der aber nach Magnus die Merkmale von Pucc. Compositarum besitzt. Dieser Pilz entwickelte auf der Kornblume nur die Spermogonien, die Uredo- und Teleutosporenformen aber keine Becherfrüchte, die jedoch auf Centaurea Scabiosa und Jacea vorkommen. Es scheint somit die Nährpflanze hier nicht den passenden Boden für die Entwicklung der Aecidienformen abzugeben.

---

[1]) Von dieser und den folgenden Gruppen können wir bei der großen Anzahl der Arten nur einige wichtigere anführen.

[2]) Verhandl. d. bot. Ver. d. Prov. Brandenburg, Sitzung v. 30. Juli 1875.

Aehnlich verhält es sich nach Rostrup mit Pucc. suaveolens auf Cirsium arvense. P. Galii (Pers.) Wtr. auf Asperula cynanchica und odorata, sowie auf den verschiedenen Arten von Galium. P. Pimpinellae (Straufs) Wtr. auf Heracleum, Siler, Anthriscus, Chaerophyllum, Pimpinella u. a. Doldenpflanzen. P. Violae (Schum.) Wtr. auf Viola odorata, tricolor, canina und andern wilden Arten. Auf den kultivirten Veilchen kommt nach Grove außer Puccinia violarum noch eine andere Rostart (Pucc. aegra) vor, deren im Mai auftretende Aecidienform an allen grünen Theilen zerstreut erscheint. Die Uredoform hat elliptische, die Teleutosporenform unregelmäßig gestaltete Sporen.[1] Farlow[2]) berichtet, daß das auf Veilchen vorkommende Aecid. Petersii B. et. C. sich durch schlankere und längere Peridien von Aecid. Violae unterscheidet.

### Pucciniopsis.

P. Liliacearum Duby auf Ornithogalum und Gagea lutea Schult. Außer dem zu P. Liliac. gehörenden Aecidium fand Farlow das Aec. Convallariae Schm. var. Lilii auf Lilium candidum; dasselbe ist auch abweichend von dem mit Uromyces Liliacear. gemeinschaftlich auftretenden Aec. Liliac. Ung. P. conglomerata (Straufs) Wtr. auf Senecio nemorensis und cordatus Koch und Adenostyles albifrons Reichb. P. Falcariae (Pers.) Wtr. auf Falcaria Rivini Host. P. Grossulariae (Gmelin) Wtr. auf Ribes Grossularia, alpinum, nigrum, rubrum etc. P. fusca (Relhan) Wtr. auf Anemone vernalis, Pulsatilla, montana, nemorosa etc.

### Hemipuccinia.

P. Anthoxanthi Fkl. auf Anthoxanthum odoratum. P. Maydis Carradori auf Zea Mays. P. oblongata (Link) Wtr. auf Luzula campestris und pilosa; auf denselben Nährpflanzen und andern Luzula-Arten kommt auch P. obscura Schröt. vor, deren Uredosporen stachelig sind. P. Allii DC. auf Allium oleraceum. P. Iridis (DC.) Wtr. auf Iris germanica und andern kultivirten Arten, sowie auf Iris Pseud-Acorus. P. Vincae (DC.) Wtr. auf Vinca minor und herbacea W. K. P. suaveolens (Pers.) Wtr. (Caeoma obtegens Lk.) auf Cirsium arvense und Centaurea Cyanus. P. Tanaceti Balsamitae (DC.) Wtr. auf Tanacetum Balsamita. P. bullata (Pers.) Wtr. (P. Apii Cda.) auf Petroselinum sativum, Apium graveolens, Aethusa, Anethum graveolens, Conium maculatum, Peucedanum u. A. P. Cerasi (Bereng.) Wtr. auf Prunus Cerasus. P. Pruni spinosae (Pers.) Wtr. (P. discolor Fkl.) auf Persica vulgaris Mill., Prunus Armeniaca, spinosa, insititia und domestica.

### Micropuccinia.

P. Junci (Straufs) Wtr. auf Juncus conglomeratus L. und compressus Jaqu. P. Tulipae Schroet. auf Tulipa Gesneriana. P. Schroeteri Pass. auf Narcissus poeticus. P. Galanthi auf Galanthus nivalis. P. Saxifragae Schlecht. auf Saxifraga Aizoon Jaqu., granulata, rotundifolia u. A. P. Fergussoni Berk. et Br. auf Viola palustris und epipsila Led. P. alpina Fckl. auf Viola biflora. P. Cruciferarum Rud. auf Cardamine resedifolia, alpina und auf Hutchinsia. P. Thalictri Chev. auf Thalictrum minus, flavum u. A.

---

[1]) Bot. Jahresber. XI, Abth. I, S. 368, Ref. 160.

[2]) Farlow in Proceedings of the American Academy of arts and sciences. Vol. XVIII, May 1883.

## Leptopuccinia.

P. Buxi DC. auf Buxus sempervirens. P. verrucosa (Schultz) Wtr. auf Salvia glutinosa, Glechoma hederacea. P. Veronicae (Schum.) Wtr. in verschiedenen Formen auf Veronica officinalis, longifolia u. A. P. Asteris Duby auf Aster alpinus, Amellus u. A. Artemisia campestris, Achillea Ptarmica und Millefolium, Cirsium oleraceum Scop., Centaurea montana, Scabiosa und maculosa Lam. P. Valantiae Pers. auf Galium Cruciata, verum, vernum, Mollugo u. A. P Malvacearum Mont. auf Malva silvestris, vulgaris und vielen Andern, auf Althaea officinalis, rosea u. A., auf Lavatera, Abutilon, Malope, Malvastrum und Kitaibelia vitifolia W. P. Arenariae (Schum.) Wtr. (P. Dianthi DC.) auf Arten von Dianthus, Silene, Lychnis, Agrostemma, Sagina, Spergula, Alsine, Moehringia, Stellaria, Cerastium, Saponaria und andern Alsineen.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Blatt und Stengelglied einer Roggenpflanze mit gelblichen Rostflecken.

Fig. 2. Theil eines Uredosporenlagers von Pucc. gram. u Uredosporen, die sich bei der Reife von ihrem Stielchen st ablösen; t junge Teleutosporen.

Fig. 3. Teleutosporen von Pucc. coronata.

Fig. 4. Teleutospore von Pucc. straminis keimend; pr Promycel, st Sterigmen, welche an ihrer Spitze die Sporidien sp erzeugen.

Fig. 5. Vergrößerter Querschnitt eines Halmstückes mit Uredo- und Teleutosporen enthaltendem Lager; u Uredoform, t Teleutosporen.

Fig. 6. Berberitzenzweig mit goldgelben Aecidiumpolstern a.

Fig. 7. Querschnitt durch ein in Folge der Rostbildung angeschwollenes Stück eines Berberitzenblattes; sp die Spermogonien. a das Aecidiumbecherchen mit seiner aus Pilzzellen bestehenden Peridie h, seinen in Ketten geordneten Sporenreihen r, die auf den Basidien b entspringen; diese erheben sich vom Stroma st. Die Epidermis e des Blattes wird von den Becherchen durchbrochen.

Fig. 8. Triphragmium Ulmariae keimend.

Fig. 9. Phragmidium, Teleutospore.

Fig. 10. Uromyces, Teleutosporen.

Fig. 11. Coleosporium. u stachelige Uredosporen, t Teleutosporen mit Promycel p und Sporidie sp.

Fig. 12. Melampsora betulina. t Teleutosporen, pr Promycel, s Sporidie, a Uredospore.

Fig. 13. Chrysomyxa. t Teleutospore, p Promycel, sp Sporidie.

Fig. 14. Cronartium asclepiadeum. u Uredosporen, t Teleutosporen zu einem cylindrischen Körper verbunden.

## Uromyces Link.

Die freien Teleutosporen sind einzellig (Taf. IX, Fig. 10) und bilden pulverige, hüllenlose Häufchen. Der Formenreichthum der Gattung und deren Eintheilung sind dieselben wie bei Puccinia.

Als Beispiel der durch diese Rostgattung hervorgerufenen Krankheiten nennen wir den durch Uromyces Betae Tul. veranlaßten

## Rost der Runkelrübenblätter.

Die Erscheinung rostkranker Rübenblätter ist dem Praktiker längst bekannt. Die Blätter der Zuckerrüben sowohl, als der Futterrunkeln zeigen sich oberseits und unterseits von kleinen, braunen Staubhäufchen im Herbste dicht besetzt. Diese Häufchen bestehen aus zahlreichen, runden Sporen, deren Außenhaut einzelne hellere Stellen besitzt; aus einer der helleren Stellen bricht bei der Keimung der Sporen in Wasser ein Keimschlauch hervor, der sich etwas unterhalb seiner Spitze mit braungelben Körnchen erfüllt zeigt und der, auf ein Rübenblatt gebracht, die Oberhaut desselben durchbricht, um unter vielfachen Verästelungen sich zum Mycel auszubilden. Das Mycel windet sich nun in den Intercellulargängen zwischen den einzelnen Zellen des Blattgewebes weiter, wobei es allmählich blasig aufschwellende Saugorgane in das Innere der Zellen selbst hineinsendet und auf diese Weise eine reichliche Nahrung erhält. Das Erscheinen solcher Haustorien bei den Rostpilzen ist mehrfach beobachtet worden.

Hier und da treten nun unter der Oberhaut die Mycelfäden zu dichteren Massen zusammen; auf den senkrecht aufwärts stehenden, zahlreichen Verzweigungen solcher Fäden bilden sich kugelige Sporen, welche allmählich die Oberhaut des Blattes pustelförmig in die Höhe heben und endlich sprengen: ein neues Rosthäufchen ist entstanden. Je näher der Herbst rückt, desto mehr erscheinen in diesen Häufchen neben den erstgebildeten, helleren Sporen, der Uredoform des Rostpilzes, auch noch andere Sporen von ovaler oder kugelig-eiförmiger Gestalt, brauner Farbe und dicker Wandung; es sind die Winter- oder Teleutosporen. Wenn dieselben reif sind, lösen sie sich sammt ihren dicken Stielchen von der Unterlage ab. An der dem Stielansatze entgegengesetzten, durch eine kleine Erhöhung angedeuteten Spitze wird bei der Keimung der Spore die dicke Außenhaut derselben durchbrochen und es tritt hier der helle, im Längswachsthume bald stillstehende Keimschlauch (Promycelium) hervor, dessen kurze Aestchen wieder je eine Knospe (Sporidie) an ihrer Spitze erzeugen.

Auch diese Sporidien keimen unter günstigen Umständen. Die Bildung und Keimung derselben erfolgt aber erst im Frühjahre, nachdem die derbwandige, einzellige Teleutospore ihre Winterruhe beendet hat. Das Produkt der Sporidien und ihres in die Pflanze eindringenden Mycels ist die voll-

kommenste Entwicklungsform des Pilzes, das Aecidium-Becherchen[1]) mit seinen Vorläufern, den Spermatien enthaltenden Spermogonienpusteln. Sie bilden im Frühjahre am Stiele längliche, an der Blattfläche rundliche Häufchen, bei denen die ursprünglich deckende Epidermis der Rübenpflanze endlich gesprengt wird und nun ein eingesenktes, mit weißer Hülle versehenes Becherchen voll zahlreicher, kettenförmig gestellter, gelber Sporen zu Tage treten läßt. Diese dritte Form endlich beendet den Generationswechsel des Uromyces auf den Rüben.

Aus den bei der Reife verstäubenden, rundlich-eckigen Sporen des Becherchens, das als selbständige Art Aecidium Betae hieß, treten Keimschläuche hervor, welche durch die Spaltöffnungen des Rübenblattes in das Innere eindringen, ebenfalls durch ihre Haustorien die Zellen anbohren, während die Mycelfäden zwischen den Zellen sich hindurchwinden und endlich die erstbeschriebenen Sporenhäufchen mit Sommersporen (Uredo Betae) erzeugen.

Uromyces Betae, der übrigens kaum von dem auf dem Sauerampfer vegetirenden Urom. Rumicum DC. unterschieden werden kann, ist bis jetzt nur auf den Runkelrüben beobachtet worden. Dieses Faktum ist beachtenswerth, weil dem Ankämpfen gegen die Krankheit der Erfolg ziemlich gesichert ist; denn, wenn wir bedenken, daß die eigentliche Rostform (Aecidiumform) sich nur von den Samenrüben aus verbreitet, so wird ein genaues Abblatten der gelbpunktirt erscheinenden Blätter an den aufsprießenden Blüthenstengeln dem Pilze die Möglichkeit benehmen, die Aecidiensporen auf die diesjährigen Sämlinge zu übertragen und dort die Uredoform zu erzeugen.

So lange die Krankheit nur vereinzelt auftritt, bietet sie keinen Grund zu irgend welcher Besorgniß; wenn sie dagegen, wie vor wenigen Jahren beobachtet worden, massenhaft überhand nimmt, kann sie der Ernte durch Vernichtung der ernährenden Blattorgane einen empfindlichen Schaden verursachen. Die stark vom Pilze befallenen Blätter sind auch als Futter nicht gut zu verwerthen.

Bei der Aufzählung einiger besonders schädlichen oder verbreiteten Arten beginnen wir mit der durch ihren Wohnungswechsel auffallenden Gruppe

### Euuromyces.

*a) Heteréuuromyces.*

Uromyces Dactylidis Otth. entwickelt seine Uredo- und Teleutosporen auf Poa nemoralis, Dactylis glomerata, Festuca elatior und Arrhenatherum elatius M. et Koch, seine Becherfrucht auf Ranunculus acris, polyanthemos und bulbosus.[2])

---

[1]) Kühn: Zeitschr. d. landw. Centralver. d. Prov. Sachsen, 1869, Nr. 2.

[2]) Nach Plowright gehört das Aecidium auf Ranunculus repens zu Urom. Poae. U. Poae Rabh. auf Poa nemoralis und pratensis hat die dazu gehörige Becherfrucht auf Ranunculus Ficaria.

U. Junci (Desmaz.) Wtr. auf Juncus obtusiflorus Ehrh., Becherfrucht auf Buphthalmum salicifolium und Pulicaria dysenterica Gärtn. U. Pisi (Pers.) Wtr. auf Pisum sativum und arvense, auf Vicia cassubica und Cracca und auf verschiedenen Lathyrus-Arten; die Becherfrucht auf Euphorbia Cyparissias ist unter dem Namen Aecidium Euphorbiae Gmel. bekannt. Das Mycel verändert die befallenen Triebe der Wolfsmilch derart, daß man eine ganz andere Pflanze vor sich zu haben glaubt; die erkrankten Stengel bleiben meist ohne Blüthen und zeigen keine oder sehr geringe Verzweigung; ihre Blätter sind bleich, dicklich, kurz und oval. Nicht selten findet man Pflanzen, bei denen einzelne Triebe die krankhaften Veränderungen zeigen und andere Triebe gänzlich gesund sind. Durch den von Schröter geführten Nachweis, daß die Bechersporen des Wolfsmilchrostes, auf Erbsen ausgesäet, den Erbsenrost erzeugen, ist mit Sicherheit erkannt, daß der Feind unserer Erbsenkulturen alljährlich in reichem Maaße an den Rainen und Gräben vorhanden ist und nur günstiger Bedingungen harrt, um auf die Erbsen überzugehen. Wenn man versuchen will, gegen den Pilz selbst anzukämpfen, wird man auf die Vernichtung der an den Wegen stehenden Wolfsmilchpflanzen Bedacht nehmen müssen. Mehr Erfolg kann man sich versprechen, wenn man die Erbsen in einen weniger empfänglichen Zustand versetzt und dies geschieht durch möglichst zeitige Aussaat, wodurch die Pflanzen schon kräftiger zur Zeit der Sporeninvasion sind.

*b) Auteuuromyces.*

Dahin gehören außer obigem U. Betae auf Beta vulgaris und Cicla noch U. Polygoni (Pers.) Wtr. auf Polygonum aviculare und Rumex Acetosella; auf dieser Nährpflanze und auf Rumex Acetosa wird ein U. Acetosae Schroet. unterschieden. U. Limonii (DC.) Wtr. auf Statice elongata Hoffm., maritima Mill., alpina Hoppe, Limonium und longibracteata. U. Valerianae (Schum.) Wtr. auf verschiedenen Arten von Valeriana.

Uromyces Phaseoli (Pers.) Wtr. (Uredo appendiculata et Phaseoli Pers.) auf Phaseolus vulgaris und nanus. U. Orobi (Pers.) Wtr. auf Vicia Faba, sativa, angustifolia u. a. Arten, auf Ervum Lens und hirsutum, auf Lathyrus palustris und Orobus. U. Trifolii (Alb. et Schwein.) Wtr. auf verschiedenen Arten von Trifolium. U. Medicaginis falcatae (DC.) Wtr. (U. striatus Schroet., Uredo apiculata et Trifolii Strauss) auf Medicago sativa, falcata, minima u. A., auf Trifolium arvense, striatum und procumbens. U. Geranii (DC.) Wtr. auf den meisten einheimischen Arten von Geranium.

**Uromycopsis.**

U. Erythronii (DC.) Wtr. (U. Liliacearum Ung.) auf Lilium bulbiferum und candidum, auf Fritillaria Meleagris, Erythronium Dens canis, Scilla bifolia, Allium Victorialis. U. Primulae integrifoliae (DC.) Wtr. (Aecidium Primulae DC.) auf Primula Auricula, villosa, integrifolia und minima. U. Scrophulariae (DC.) Wtr. (Aec. Verbasci Ces.) auf Verbascum und Scrophularia. U. Behenis (DC.) Wtr. auf Silene chlorantha Ehrh., S. Otites Sm., inflata Sm., italica Pers. und alpina Thom.

**Hemiuromyces.**

U. Veratri (DC.) Wtr. auf Veratrum album und Lobelianum Bernh. U. scutellatus (Schrank) Wtr. (U. tuberculatus Fckl.) auf Euphorbia Cyparissias, Esula, verrucosa Lam., lucida u. A. U. Rumicis (Schum.) Wtr. auf Rumex

crispus, Patientia, Hydrolapathum Huds. und mehreren Andern. U. Genistae tinctoriae (Pers.) Wtr. (U. punctatus und striatus Schroet.) auf Genista, Cytisus, Lupinus, Ononis, Anthyllis, Lotus, Astragalus, Tetragonolobus, Onobrychis und Ptelea trifoliata. U. caryophyllinus (Schrank) Wtr. (U. Dianthi Niessl) auf Gypsophila panniculata, Dianthus Caryophyllus, superbus und prolifer.

**Micruromyces.**

U. Ficariae (Schum.) Wtr. auf Ranunculus Ficaria. U. Ornithogali (Wallr.) Wtr. auf Ornithogalum, Gagea lutea, stenopetala u. A. U. Croci Pass. auf Crocus vernus All. U. Scillarum (Grev.) Wtr. (Uredo Muscari Duby.) auf Scilla bifolia, Muscari comosum Mill., racemosum Mill. und tenuiflorum Tausch.

**Lepturomyces.**

U. pallidus Niessl auf Cytisus prostratus Scop. und hirsutus L.

## Triphragmium Link.

Hüllenlose Lager aus dreizelligen Teleutosporen gebildet (Taf. IX, Fig. 8.)

Wir haben hier, da die Becherfrucht noch nicht bekannt ist, in der artenarmen Gattung nur ein Microtriphragmium zu verzeichnen: Tr. echinatum Lév. auf Meum athamanticum Jaqu. und Mutellina Gärtn. Außerdem existiren noch zwei Hemitriphragmien, nämlich Tr. Ulmariae (Schum.) Wtr. auf Spiraea Ulmaria und Tr. Filipendulae (Lasch.) Wtr. auf Spiraea Filipendula.

## Phragmidium Link.

Wie bei den bisher erwähnten Rostgattungen bilden auch hier die Teleutosporenlager staubig aussehende, lockere Häufchen ohne Hülle. Die einzelne Teleutospore besteht aus drei und mehr übereinanderstehenden, zu zierlichen Cylindern verbundenen Zellen (Taf. IX, Fig. 9). Die Aecidiumform ist vielfach, da ihr die Peridie fehlt, für eine Uredoform gehalten worden. An Stelle der Peridie befindet sich nur ein dichter Kranz keulenförmiger Fäden (Paraphysen), der sich ebenso bei der Uredoform zeigt. Die beiden Formen sind aber dadurch unterscheidbar, daß bei dem Uredo innerhalb des Paraphysenkranzes die Sporen einzeln auf den Stielchen gebildet werden, während sie bei der Becherfrucht in Reihen gestellt sind.

Durch das massenhafte Auftreten der an und für sich meist kleinen, gelben oder dunkelbraunen Uredo- und Teleutosporenhäufchen leiden die befallenen Pflanzentheile doch derart, daß sie vorzeitig absterben. Schützen kann man die Pflanzen nur durch sorgfältiges Sammeln der rostkranken Blätter im Sommer und Herbst und durch Abschneiden der im Frühjahr oft als leuchtend orangerothe, fleischige Polster auftretenden, gehäuften Aecidien; diese Polster rufen nicht selten Verkrümmungen der Achsenorgane hervor.

Man unterscheidet in der zu Euphragmidium gehörigen Gruppe folgende Arten: Phrag. Rosae alpinae (DC.) Wtr. (Uredo pinguis β. DC.) auf Rosa alpina und deren Bastarden. Ph. subcorticium (Schrank) Wtr. (Uredo miniata

α. Pers. auf Rosa pimpinellifolia DC., cinnamomea L., turbinata Ait, rubrifolia Vill., canina, collina DC., alba, rubiginosa, tomentosa Sm., arvensis Huds., gallica, centifolia u. A. Ph. Fragariae (DC.) Wtr. (Caeoma Poterii Schlecht.) auf Potentilla alba u. A., sowie auf Poterium Sanguisorba. Ph. obtusum (Straufs) Wtr. auf Potentilla procumbens Sibth. und Tormentilla Sibth. Ph. Potentillae (Pers.) Wtr. auf Potentilla supina, recta, argentea, aurea, verna, cinerea Chaix u. A. und wahrscheinlich auch auf Comarum palustre.

Ph. Rubi (Pers.) Wtr. (Ph. incrassatum) auf Rubus fruticosus, caesius und saxatilis. Ph. violaceum (Schultz) Wtr. (Ph. asperum Wallr.) auf Rubus fruticosus, dessen Blätter durch die Lager der Sommer- und Wintersporen carmoisinroth umrandete Flecke erhalten, was bei der vorigen Art nicht der Fall ist. Ph. Rubi Idaei (Pers.) Wtr. (Ph. effusum Auersw.) auf Rubus Idaeus

## Xenodochus Schlecht.

Der von Winter zu der vorigen Gattung gezogene Pilz zeichnet sich dadurch aus, daß seine Teleutosporen zu langen, raupenartigen, schwarzbraunen, vielzelligen (10—20zellig) Körpern ausgebildet sind, die staubartige, hüllenlose Polster bilden. Die Uredosporen bilden orangerothe Häufchen auf den Blättern. Die einzige bekannte Art ist X. carbonarius Schlecht. auf Sanguisorba officinalis.

## Pileolaria Cast.

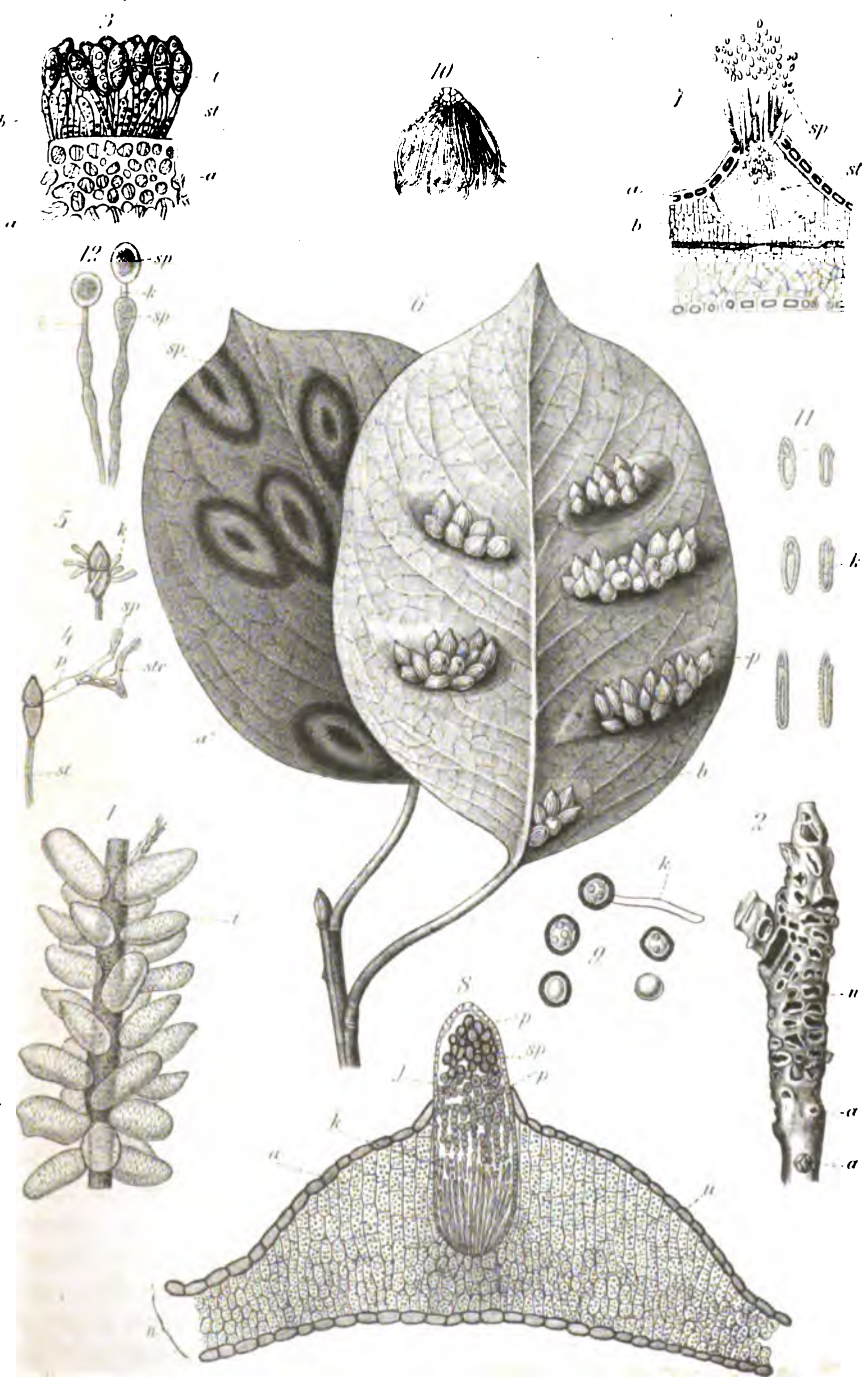
Die eigenthümlichen Teleutosporen bestehen aus einer abgeflacht-kugelförmigen Zelle, welche an ihrer Anheftungsstelle an den Stiel etwas hutartig eingedrückt erscheint. Außer einer in Südeuropa auf Pistacien (Pistacia Terebinthus) vorkommenden Art (P. Terebinthi Cast.), mit sehr langen, fädigen Sporenstielen, wäre noch zu nennen P. brevipes Berk. et Rov. mit kurzgestielten Teleutosporen. Die Art ist auf Rhus Toxicodendron in Georgia gefunden worden.

## Gymnosporangium DC.

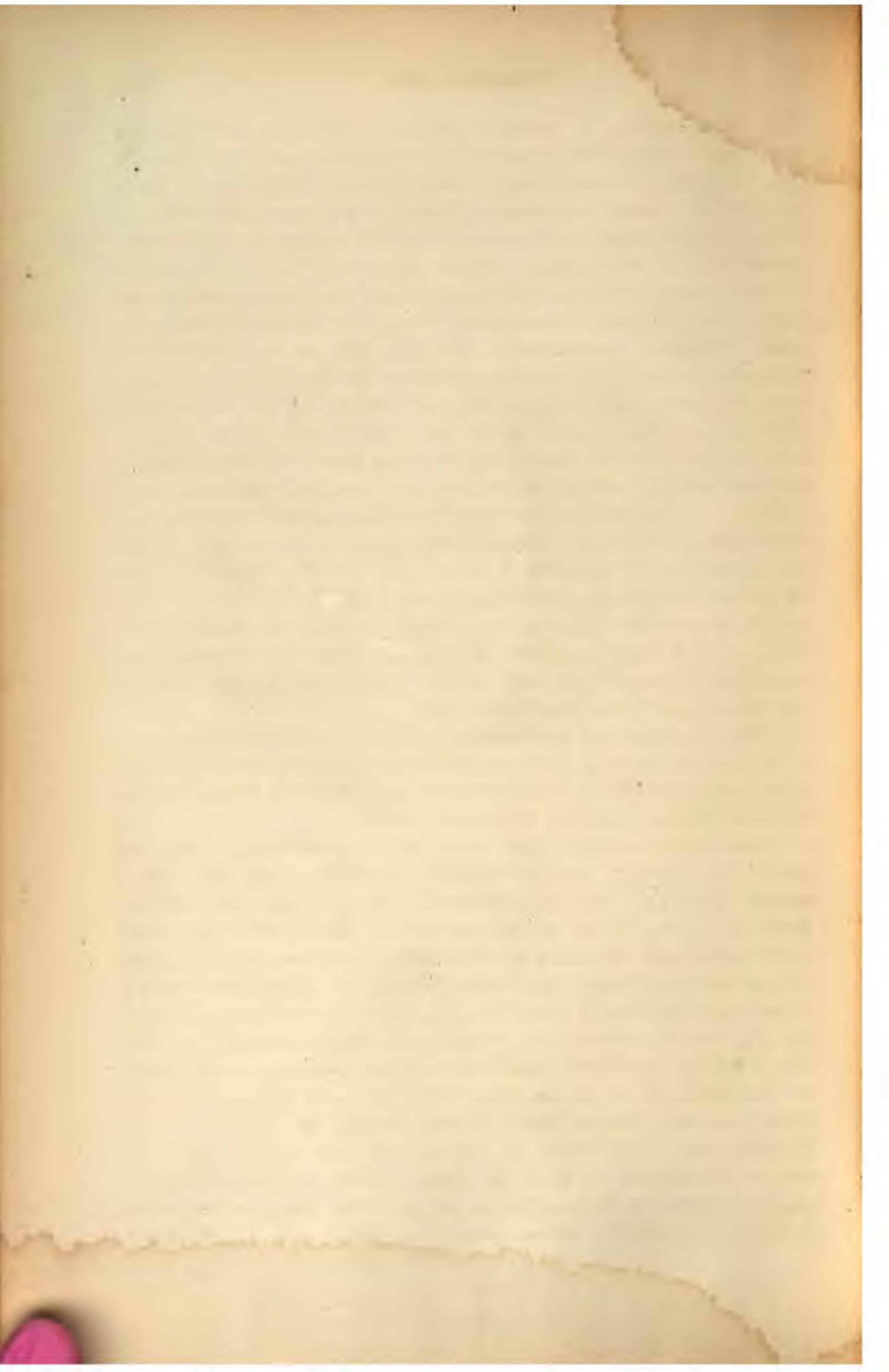
(Hierzu Taf. X.)

Zu den interessantesten und namentlich für den Obstbau wichtigen Rostformen gehört die Gattung Gymnosporangium (Hed.) Oerstedt, bei welcher ebenfalls ein vollkommener Generationswechsel mit Heteröcie vorhanden ist, bei welcher aber keine Uredosporen vorkommen. Die Nährpflanzen sind hier nur Bäume und Sträucher, und zwar zeigen sich die Teleutosporen nur auf Nadelhölzern, ja fast ausschließlich auf Wachholder, während die Becherfrüchte, welche als besonderes Pilzgeschlecht bis zu den sechziger Jahren unter dem Namen Roestelia beschrieben worden, nur auf Kernobstgehölzen (Pomaceen) auftreten.

Die Teleutosporen erscheinen hier im Frühjahre auf Wachholder als gelbe bis braune Massen, welche bei feuchter Witterung zu bisweilen sehr großen Gallertklumpen aufquellen (Fig. 1) und bei trockenem Wetter wieder zusammenschrumpfen. Wenn der Sommer beginnt, sind nur noch die Narben der Rinde



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



(Fig. 2n) vorhanden, aus denen die früheren Sporenmassen hervorgebrochen waren und bisweilen findet man die erste Entfaltung einer Adventivknospe (Fig. 2a) dicht unter dieser Narbe. Die gallertartige Beschaffenheit, welche die gehäuften Teleutosporen annehmen, rührt von der großen Quellbarkeit der weiß erscheinenden, einzelligen Sporenstiele (Fig. 3st, 4st) her, welche aus einem perennirenden, stark verzweigten, septirten Mycelium (Fig. 3a) entspringen. Dasselbe wuchert zwischen den Zellen des Rinden- und Blattparenchyms und sendet aus einem dicht zusammentretenden Geflechte die in großer Anzahl neben einander stehenden, sporenbildenden Aeste (Fig. 3b) an die Oberfläche des Pflanzentheiles, wobei die Epidermis oder selbst die starke Borke der Zweige durchbrochen wird. An der Spitze dieser Aeste entsteht dann eine solche Doppelspore, wie bei dem Grasroste, der Puccinia. Die einzelnen Zellen dieser Teleutosporen (Fig. 3t) sind kegelförmig, mit ihren breiten Basaltheilen verbunden, mit dicker Innenhaut (Endosporium) und schwächerer Außenhaut (Episporium). Ihr Inhalt ist ein körniges Protoplasma mit gelb oder braun gefärbten Kügelchen vermischt. Kommen die Teleutosporen auf eine feuchte Unterlage, so entwickeln sie durch ihre 2 bis 4, (nach Oerstedt 8), in der Nähe der Querwand regelmäßig vertheilten Keimporen (Fig. 5k) ein kurzes, 2 bis 3zelliges Promycelium (Fig. 4p), von welchem jede Zelle ein kurzes Aestchen (Fig. 4ste) (Sterigma) austreibt und aus der Spitze des Sterigma eine nierenförmige Sporidie (Fig. 4sp) entwickelt, welche wie bei den Sporidien von Puccinia mit einem Keimschlauche keimt.

Aber diese Sporidien entwickeln sich nur dann zu einem Mycelium, wenn sie die geeignete Unterlage finden und dieselbe ist jetzt nicht mehr der Wachholder, sondern die Blätter, Blattstiele und jungen Früchte von Birnen, Aepfeln, Ebereschen, Mispeln, Quitten, Mehlbeeren, Weißdorn &c.

Ende Mai oder Anfang Juni treten auf benannten Gehölzen durch die Aussaat der Sporidien jener gallertstieligen Teleutosporen erst gelbe, später rothgelbe Flecke auf. Auf der Blattoberseite (Fig. 6a) zeigen sich hochrothe Punkte (Fig. 6sp), die sich als Spermogonien zu erkennen geben und welche alsbald wieder nach Entleerung der Spermatien vertrocknen; bald, oder auch erst nach mehreren Wochen, folgen diesen Bildungen die gelben Fruchtbecherchen (Sporocarpien) mit deutlich weißer, vorspringender Hülle, der Peridie (Fig. 6p, Fig. 10), auf der Blattunterseite (b) nach. Wie bei den Aecidien der Puccinia besteht die Becherhülle, welche aber hier bei Gymnosporangium manchmal eine Röhre von 6—8 mm Länge bildet, aus einer zusammenhängenden Schicht abortirter Sporen, deren Membran verholzt ist (Fig. 8p). Diese Becherhülle oder Peridie macht die Gattung recht leicht kenntlich und dient auch zur Unterscheidung der Arten; sie erscheint nämlich als eine weiße Kapuze (Fig. 10), die an der Spitze geschlossen, an den Seiten aber gitterartig durchbrochen ist, oder als eine Flasche, welche oben geöffnet, oder als ein Becher

mit übergeschlagenem Rande. Fast allgemein ist noch die Annahme verbreitet, daß ein wesentlicher Unterschied zwischen der Gattung Gymnosporangium und Aecidium darin besteht, daß die Sporen bei ersterer Gattung nicht unmittelbar in den Ketten auf einander stehen, sondern daß sich zwischen je 2 Sporen (Fig. 12 sp) eine ungefärbte Zwischenzelle (isthme Tul.) (Fig. 8k, 12k) einschiebt, welche erst bei der vollkommenen Ausbildung der charakteristischen Sporenwandung verschwindet. Eine neue Untersuchung von Kny bestätigt aber die von de Bary[1]) angegebene Thatsache, daß auch die in der Entwicklung begriffenen Sporenketten bei den Aecidien Zwischenzellen bilden, die später schwinden. Beistehende, von Prof. Kny mir freundlichst zur Verfügung gestellte Figur 10 zeigt die Zwischenglieder zw bei den jungen Sporenketten aus dem mittleren Theile eines Fruchtbechers von Aecidium Berberidis. Dieselbe Erscheinung fand der genannte Forscher bei den Bechersporen von Puccinia coronata und Caricis, sowie bei Endophyllum Sempervivi.

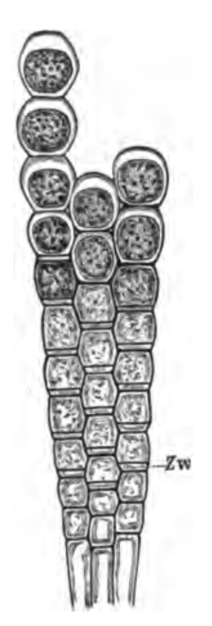



Fig. 10.

Die Membran der gelb oder braungelb gefärbten Sporen (Fig. 9) besteht aus einer dicken, bräunlichen, von mehreren Keimporen durchbrochenen Innenhaut (Endospor) und einer warzig oder stäbchenförmig verdickten, braunen Außenhaut (Epispor), die bei der gewöhnlich bald nach der Reife erfolgenden Keimung vom Keimschlauche (Fig. 9k) durchbrochen wird.

Wie die Keimschläuche dieser auf den Kernobstgehölzen entstandenen Sporen in die Blätter und Stengel der Wachholdersträucher eindringen, ist noch zu beobachten; wohl aber ist es Oerstedt[2]) gelungen, das Eindringen der Keimfäden von den Sporidien der auf Wachholder schmarotzenden Teleutosporenform in die Blätter von Pomaceen zu verfolgen. Die inficirten Blattstellen zeigen dann eine reichliche Wucherung des Parenchyms und in demselben eine enorme Stärkeablagerung, wie Fig. 8a, der Querschnitt durch eine vom Pilze befallene Blattstelle, zeigt; solche Stärke-

---

[1]) Bot. Zeit. 1879, S. 786 Anm.

[2]) Om en saeregen, hidtil ukjendt Udvikling hos visse Suyltesvampe og navnlig om den genetiske Forbindelse mellem Sevenbommens Baevrerust og Paeretraeets Gitterrust. Af A. S. Orsted, in Schriften der Kgl. Dänischen Akad. d. Wissensch. naturwissensch. Abth. Bd. VII. 1865.

Oerstedt: Nouvelles observations sur un champignon parasite. 1866.

Nouveaux essais de semis faits avec des champignons parasites etc. Copenhague 1867.

ablagerung tritt bei vielen Schmarotzerpilzen als Begleitungserscheinung auf. Auch die Teleutosporen erzeugen an den Wachholderzweigen spindelförmige Auftreibungen, welche aber ohne wesentlichen Einfluß auf das Gesammtbefinden der Pflanzen sind (Fig. 2).

Die im Vorhergehenden erwähnten Impfversuche von Oerstedt sind in neuerer Zeit wiederholt worden. Dabei hat sich zwar die Zusammengehörigkeit der Gattung Gymnosporangium mit den Rosten der Obstgehölze auf's Neue bestätigt gezeigt, aber es haben sich Differenzen betreffs der Zusammengehörigkeit der einzelnen Arten ergeben.

Leicht möglich ist es, daß wie auf den einzelnen Arten des Wachholders, auch auf denen der Pomaceen mehrere Arten derselben Schmarotzergattung existiren, welche bisher noch nicht genügend unterschieden worden sind.

Der für unsere Kulturen gefährlichste Rost ist Gymnosporangium fuscum (DC.) Oerst., welcher den Gitterrost der Birnbäume hervorruft.

Gegen Ende Juni bis Juli sieht man die Birnblätter je nach der Varietät gelbfleckig bis leuchtend rothfleckig (Fig. 6) werden und alsbald auf der Oberseite in den Flecken einige noch intensiver gefärbte Punkte entstehen, in deren Umkreise später noch mehrere sich erheben. Es sind die Spermogonien (Fig. 6 sp. 7), welche alsbald, nach dem Alter ihrer Entstehung, beginnen, die länglich eirunden, auf feinen Sterigmen (Fig. 7 st) gebildeten Spermatien (Fig. 7 sp.) zu entleeren. Diese Spermogonien stehen in Verbindung mit einem zarten, reichlich verzweigten Mycelium mit körnigem, röthlichem Inhalte, das zwischen den Parenchymzellen des Birnenblattes wuchert. Bald nach der Entleerung der Spermogonien beginnt das Gewebe des Blattes anzuschwellen; die einzelnen Parenchymzellen bilden Tochterzellen und deren Ausdehnung macht die kranke Stelle, deren Chlorophyll verschwunden, dick fleischig (Fig. 8). Die Fig. 8 zeigt bei n die normale Dicke des Birnblattes, die durch Einwirkung des Rostbecherchens j bis zur dreifachen Ausdehnung anschwillt. An die Stelle des Chlorophylls treten zahlreiche Stärkekörner (a). Das Mycel im Gewebe hat aufgehört, neue Spermogonien zu bilden; dafür beginnt es, sich zu farblosen, kugeligen Körpern zu verfilzen,[1]) welche noch tief in dem Wuchergewebe eingebettet liegen. Später erkennt man in diesen Mycelballen die Anlage der Fruchtschicht (Hymenium) und der diese einschließenden Hülle, Peridie, also die Anlage des jungen Fruchtbecherchens, das bei seiner Vergrößerung der unteren Blattfläche (Fig. 8 u) immer näher rückt, endlich die Epidermis durchbricht und nun als ein mehrere mm langes, kegelförmiges, weißes oder mattgelbliches Körperchen in's Freie ragt.

Der frei über die Blattfläche hinausragende Theil ist häufig nur die Hülle (Fig. 8 p), welche an ihrer geschlossenen Spitze aus isodiametrischen, unregelmäßig gestellten, weiter nach der Basis hin aber regelmäßig reihenweis angeordneten, prismatischen, dickwandigen Zellen besteht, wie dies am leichtesten bei einer mit der Nadel abgehobenen Peridie (Fig. 10) erkannt wird.

Die Verbindung der einzelnen Zellen der Peridie unter einander ist sehr eigenthümlich. Jede besitzt nämlich auf der Innenseite ihrer oberen Kante eine hervorragende Leiste (Fig. 11 k), welche über den unteren Rand der nächstoberen Zelle hinweggreift, so daß diese gleichsam in die untere eingefalzt ist. In der Richtung von unten nach oben sind somit die Zellen weit fester verbunden, als seitlich und daher erklärt es sich, daß bei der Fruchtreife die Peridie in Längsspalten aufreißt, während ihr Gipfel geschlossen bleibt. Das dadurch entstehende gitterförmige Aussehen der Hülle hat die Bezeichnung des Rostes als Gitterrost veranlaßt. Die von der Peridie eingeschlossenen Sporen (Fig. 9) sind

---

[1]) de Bary: Untersuchungen über die Brandpilze. 1853. Berlin. S. 74.

polyedrisch mit gelbbraunem Inhalte und dunklerer Membran, die aus dickem Endospor und schwächerem Epispor zusammengesetzt ist. Zwischen den 12 (nach Oerstedt 6) Keimporen wölbt sich das Endospor polsterartig nach innen, was ganz charakteristisch für diese eine Rostart ist, die früher als eigene Gattung unter dem Namen Roestelia cancellata[1]) Rebent. beschrieben worden ist.

Erst durch Oerstedt wurde der Zusammenhang dieser Becherform mit den Teleutosporen nachgewiesen, welche als stumpfkegelförmige Gallertmassen (Fig. 1t) auf Zweigen verschiedenen Alters vom Sadebaum (Juniperus Sabina L.) und anderen Juniperus-Arten, wie J. Oxycedrus L., virginiana L. und phoenicea L., endlich aber auch noch auf einer griechischen Kiefer (Pinus halepensis Mill.) auftreten.[2])

In der Regel zeigen sich die Gallertmassen auf den Nadelholzzweigen gegen Ende April; sie sind in ihrer Gestalt nicht immer gleich; meist kegelförmig, bisweilen cylindrisch, selten kammartig getheilt, gehen sie aus der orangegelben Färbung unter Entwicklung der Sporidien allmählich in die rothbraune über, verschrumpfen bald darauf gänzlich und verschwinden mit Hinterlassung von Narben (Fig. 2n), während das sie erzeugende Mycel im Rindenkörper des anschwellenden Zweiges weiter wuchert, um wahrscheinlich im nächsten Jahre an einer etwas jüngeren Stelle neue Teleutosporen zu erzeugen.

Dieselben erscheinen entweder dunkelbraun (Fig. 3t) und aus zwei fast halbkugeligen, sehr dickwandigen Hälften zusammengesetzt oder gelb (Fig. 4) und dann aus zwei spitz kegelförmigen Hälften gebildet, die bedeutend dünnwandiger sind. Beide Sporenarten besitzen in jeder Hälfte meist 4 kreuzweis in einer Ebene liegende Keimporen, durch welche das Promycel heraustritt.

Manchmal kommen, ebenso wie bei der Gattung Puccinia und Phragmidium, verkümmerte, nur einzellige Sporen vor; dieselben keimen dann (nach Reess) mit einem einfachen Mycelfaden anstatt mit einem Sporidien abschnürenden Promycel. Gelangen die Sporidien auf Birnenblätter, so durchbohren die Keimschläuche die Oberhautzellen, entwickeln sich im Blattparenchym zu einem feinen Mycel, das 8 Tage nach dem Einbringen die gelben Flecke des Blattes hervorruft und noch 4 Tage später die ersten Spermogonien mit ihren hellgelben, oblongen, etwa 0,0066 mm langen Spermatien bildet.

---

[1]) Dies ist jedoch nur einer von den vielen Namen, welche diese Pilzform, die durch Größe und Farbe auch den älteren Forschern aufgefallen, im Laufe der Zeit erhalten hat. Jaquin nannte den Pilz zuerst Lycoperdon cancellatum; später hieß er Aecidium cancellatum Pers., Caeoma cancellatum N. a. E., Caeoma Roestelites Lk., Uredo cancellata Spreng. und Ciglides calyptratum Chév.

[2]) Die Teleutosporenform ist noch in weit höherem Grade als die Aecidiumform im Laufe der Zeit, in der man sie als eine in sich abgeschlossene Pilzgattung betrachtete, mit Namen beglückt worden. So beschrieb sie Micheli als Puccinia non ramosa major pyxidata; darauf erhielt sie die Namen Puccinia cristata Schmid, Puccinia Juniperi Pers., Tremella Sabinae Dicks., Tremella digitata Hoffm., Clavaria resinosorum Gmel., Gymnosporangium fuscum DC., Gymnosp. conicum Hedw., Spreng., Podisoma Juniperi Lk., Pod. Jun. Sabinae Fr. Bisch., Podisoma fuscum Duby, Corda. und Pod. violaceum F. Br. Der von De Candolle der Teleutosporenform allein gegebene Name Gymnosporangium fuscum DC. ist der jetzt für die Aecidiumform mit geltende*), sowie bei allen Rostpilzen der Name, den die Teleutosporen früher als selbständige Art gehabt, auf alle daraus sich entwickelnden Formen, die früher unter Uredo und Aecidium gingen, übertragen wird.

---

*) Die Rostpilzformen der deutschen Coniferen von Reess. Abhandlungen der naturforsch. Ges. zu Halle. Bd. XI, 1869.

Durch die experimentelle Durchführung des eben geschilderten Prozesses ist der Beweis für die Zusammengehörigkeit der auf Wachholder schmarotzenden Form mit der auf Birnbäumen vorkommenden erbracht worden. Diese Letztere ist es, welche einen wesentlichen Schaden hervorrufen kann, wenn sie die jungen Früchte befällt. Daß fast der gesammte Blattkörper eines Baumes leidet, scheint höchst selten; daß einzelne Bäume aber Zweige haben, an denen kaum ein einziges Blatt vom Pilze verschont geblieben ist, habe ich zu beobachten Gelegenheit gehabt. Oerstedt erwähnt einen sehr eklatanten Fall; er sah auf Seeland den Birnenrost seit der Einführung von Juniperus Sabina in jährlich wachsender Menge auftreten. Es wird hiergegen sich, außer dem Entblättern, kaum ein Mittel bei den Birnen finden lassen. Das beste Mittel dürfte das Aufsuchen und Vernichten der gedrängt stehenden, durch ihre leuchtende Farbe leicht kenntlichen Teleutosporen im April auf Wachholdersträuchern sein.

Nach Entdeckung des Zusammenhanges zwischen dem Sadebaum- und dem Birnenroste sind vielfache Beobachtungen aus dem praktischen Leben veröffentlicht worden, welche bezeugen, daß nach Entfernung der Wachholdersträucher die Krankheit bei den Birnen verschwand.[1]) Außer den Birnen hat sich durch das Gymnosp. fuscum noch Pirus Michauxii Bosc. und P. tomentosa inficirt gezeigt. Laut einer mir zugegangenen brieflichen Mittheilung erschienen in einem Garten Dresdens[2]) außer den Birnen auch noch die Mispel (Mespilus germanica) in einer großblätterigen Form und Crataegus monogyna stark rostig, während danebenstehende Exemplare von Cr. Oxyacantha gar nicht und Sträucher der kleinblätterigen Form der Mispel nur schwach mit Rosthäufchen besetzt erschienen. Nach Entfernung des Sadebaumes (Jun. Sabina var. tamariscifolia) verschwand der Rost vollständig bei sämmtlichen der genannten Pflanzen.

Nach Farlow's[3]) Beobachtungen und Impfversuchen zeigt sich in Amerika die als Roestelia cancellata beschriebene Rostform auch auf Apfelbäumen und die hier als Gymnosporangium fuscum angeführte Rostform auch auf Juniperus communis. Ferner fand Rathay[4]) bei seinen Impfversuchen, daß auf der Birne sich ein Becherrost entwickelt, der aus einer andern, auf Juniperus communis schmarotzenden Teleutosporenform, nämlich dem Gymn. clavariaeforme hervorgeht.

Diese Beispiele machen es am wahrscheinlichsten, daß wir eine Anzahl Gymnosporangien haben, die auf verschiedenen Juniperus-Arten auftreten und dann auf dieselben Pomaceen übergehen können. Dabei sind sie nicht oder nur selten an eine einzige Spezies der Nährpflanze gebunden, sondern können auf verwandte Arten und Gattungen übersiedeln.[5])

Wir geben deshalb im Folgenden eine Aufzählung der als Arten jetzt unterschiedenen Roste und die Nährpflanzen, auf welche sie bei Impfversuchen übergegangen sind: Gymnosp. clavariaeforme DC. bisher als Apfelrost bezeichnet, auf Juniperus communis, von Rathay auf Crataegus Oxyacantha und monogyna, auf Sorbus torminalis und Pirus communis mit Erfolg ausgesäet, von Oerstedt auch auf Apfel übertragen, aber in einer etwas abweichend gebaueten Becherform beobachtet, die als Roestelia peni-

---

[1]) Neuere Erfahrungen über die Ausbreitung des Rostes liegen von Cramer vor. „Ueber den Gitterrost der Birnbäume". Solothurn 1876.

[2]) Sorauer: Obstbaumkrankheiten 1879, S. 111.

[3]) Farlow: The Gymnosporangia or Cedar-Apples of the United States. Boston 1880.

[4]) Rathay: Vorläufige Mittheilung über den Generationswechsel unserer einheimischen Gymnosporangien. Oesterr. Bot. Zeitschrift 1880, S. 241.

[5]) Ob bei solchem Auftreten desselben Schmarotzers auf verschiedenen Nährpflanzen sich Standortsvarietäten bilden, ist bisher noch nicht berücksichtigt worden.

cillata Sow. von der auf Crataegus auftretenden Form (R. lacerata Sow.) unterschieden wird.

Farlow fand die Roestelia lacerata auf verschiedenen Crataegus-Arten, auf Blättern und Früchten von Amelanchier canadensis und auf wilden und kultivirten Aepfeln (Pirus Malus). Die Roestelia penicillata sah er gleichfalls auf Aepfeln, sowie auf Pirus angustifolia und der Frucht von Amelanchier canadensis.

Gymnosp. conicum Oerst. ebenfalls auf Juniperus communis konnte nach Oerstedt's früheren Untersuchungen direkt als Ebereschenrost angesprochen werden; nach Rathay's Impfversuchen scheint aber die als Roestelia cornuta bekannte Becherfrucht des Pilzes außer auf der Eberesche auch auf Aronia rotundifolia, Pirus Malus, Sorbus Aria und Cydonia vulgaris vorzukommen. Farlow, der den Pilz auf Juniperus virginiana fand, constatirte die Roestelia cornuta auf den Blättern von Amelanchier canadensis, Pirus americana und verschiedenen Spezies von Crataegus. Letztgenannter Mycologe führt außer den bisher erwähnten Arten von Gymnosporangium noch folgende amerikanische Spezies an: G. Ellisii Berk., wegen der 3- bis 4zelligen Teleutosporen von Koernicke[1]) als Hamaspora Ellisii abgetrennt, bildet fadenförmige, $^1/_8$—$^1/_4$ Zoll lange, zahlreiche Sporenmassen auf Cupressus thyoides. G. macropus Lk. (G. Juniperi virginianae Schw.) auf Blättern und dünnen Aesten von Jun. virginiana. G. biseptatum Ellis auf Blättern und Stämmen von Cupressus thyoides und auf Libocedrus. G. clavipes Cooke et Peck. auf Jun. virginiana.

Von amerikanischen Roestelien zählt Farlow noch auf: R. botryapites Schw. auf Blättern von Amelanchier canadensis. R. transformans Ellis auf Blättern, Früchten und jungen Trieben von Pirus arbutifolia und den Blättern von P. Malus. R. hyalina Cooke auf Blättern von Crataegus. R. aurantiaca Peck. auf unreifen Früchten und auf Trieben verschiedener Crataegus-Arten, auf Amelanchier canadensis und auf Quitte (Cydonia).

Bei den ausgeführten Impfversuchen zeigten sich Spermogonien auf Blättern von Crataegus tomentosa und Amelanchier nach Aussaat von Sporen des Gymnosp. fuscum var. globosum und macropus. Bei Aussaat des Gymn. biseptatum erschienen bereits nach 6 Tagen Spermogonien auf einem Crataegus-Blatte. R. Hartig[2]) führt ein in halbkugeligen, gallertartigen Polstern auf Juniperus communis in den bayerischen Alpen beobachtetes Gymnosporangium tremelloides Htg. an. Die Wandungen der Teleutosporen sind etwas dunkel rauchgrau gefärbt. Die Aussaatversuche ergaben auf Sorbus Aria die Roestelia penicillata, deren Becherchen durch die dunklen Sporen schwarz gefärbt erscheinen.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Zweig von Juniperus Sabina mit den gallertartigen Teleutosporenmassen. t das Gymnosporangium fuscum.

Fig. 2. Erkranktes, spindelförmig aufgetriebenes Zweigstück im Sommer; n die Narben, welche die jetzt verschwundenen Teleutosporen an der durchbrochenen Rinde hinterlassen haben; a Anlage einer Adventivknospe unterhalb der Durchbruchsstelle der Wintersporen.

---

[1]) Hedwigia Bd. XVI, S. 22.

[2]) Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882, S. 55.

Fig. 3. Teleutosporenlager vor dem Aufquellen; st die weißen Sporenstiele; a Mycel im Rindengewebe; b junge Sporenäste; t zweizelliger Teleutosporenkörper.

Fig. 4. Keimende Teleutospore; st Stiel, p Promycel, ste Sterigma, sp Sporidie.

Fig. 5. Austritt der jungen Promycelschläuche durch die Keimporen k.

Fig. 6. a Birnenblatt auf der Oberseite die Spermogonienflecke sp zeigend, b Unterseite mit Becherfrüchten, die durch eine gitterartig sich spaltende Peridie p ausgezeichnet sind.

Fig. 7. Spermogonium der Roestelia cancellata; st Sterigmen, welche die Spermatien sp tragen, die in Schleimranken ausgestoßen werden.

Fig. 8. j Sporocarpium der Roestelia; p Peridie aus abortirten, verholzten Sporenzellen bestehend. sp Sporenketten, die an ihren jüngeren Basaltheilen die zwischen je 2 Sporen befindlichen Zwischenglieder k erkennen lassen. a Stärkekörner im aufgetriebenen Blattparenchym, n normale Blattdicke; u untere Blattseite.

Fig. 9. Vergrößerte Sporen; k Keimschlauch der das warzige Epispor durchbricht.

Fig. 10. Kapuzenartig sich abhebende Peridie. Die Zellen dieser Hülle bleiben am Gipfel vereinigt, spalten sich aber in gitterartige Längsreihen.

Fig. 11. Zellen aus der Peridie, an ihrer oberen Kante k auf der Innenseite eine hervorragende Leiste zeigend, mit welcher sie über den unteren Rand der nächsthöheren Zelle hinweggreifen.

Fig 12. Vergrößerte Sporenketten, die Zwischenglieder k zwischen je 2 Sporen sp zeigend.

## **Cronartium** Fries.

(Taf. IX, Fig. 14.)

Bei dieser Gattung sind die einzelligen, etwa oblongen Teleutosporen zu einem abstehenden, geraden oder gebogenen, cylindrischen, soliden Körper verbunden (s. Taf. IX, Fig. 14). Die Lager der Uredosporen sind von einer pseudoparenchymatischen Hülle umschlossen. Cr. asclepiadeum (Willd.) Wtr. (Taf. IX, Fig. 14 n. Tulasne) kommt auf Gentiana asclepiadea und Cynanchum Vincetoxicum R. Br. vor. C. Balsaminae Niessl auf Balsamina hortensis Desp. C. flaccidum (Alb. et. Schw.) Wtr. auf Paeonia officinalis und tenuifolia. C. Ribicolum Dietr. auf Ribes aureum Pursh., nigrum und rubrum.

## **Melampsora** Castagn.

(Taf. IX, Fig. 12.)

Die ein- oder mehrzelligen, meist gelbbraunen und keulenförmigen Teleutosporen bilden hier keine staubigen Häufchen oder gallertartigen Massen, sondern sind zu festen, krustenförmigen, abgeflacht halbkugeligen Polstern dicht neben

einander angefügt; sie stehen entweder in oder zwischen den Epidermiszellen. Die einzelligen, stacheligen Uredosporen sind meist orangegelb und stehen in Lagern, welche von einer pseudoparenchymatischen Hülle umgeben sind. Die Becherfruchtform wird durch Arten der früher selbständigen Rostgattung Caeoma repräsentirt. Eine neuere Untersuchung[1]) hat die alte Gattung in mehrere Untergattungen gespalten:

Melampsora s. str.: Teleutosporen ungetheilt, intercellular. Uredosporen immer mit Paraphysen versehen. (M. populina, betulina, salicina, Euphorbiae, Lini.)

Melampsorella: Teleutosporen ungetheilt, intracellular. M. Caryophyllarum.

Phragmopsora: Teleutosporen mehrfächerig, intercellular. M. Epilobii.

Thecopsora: Teleutosporen mehrfächerig, intracellular, fleckenweis auftretend. Uredosporen gehen voraus. M. areolata Fr.

Calyptospora: Teleutosporen mehrfächerig, intercellular. Die ganze Fläche des Pflanzentheils einnehmend, ohne Uredosporen. M. Göppertiana.

Unter den Micromelampsoreen, von denen also nur Teleutosporen augenblicklich bekannt, ist anzuführen M. vernalis Niessl auf Saxifraga granulata.

Als Hemimelampsora (mit bekannten Uredo- und Teleutosporen) sind zu nennen M. betulina (Pers.) Wtr. (Taf. IX, Fig. 12 nach Rostrup) auf Betula alba, pubescens Ehrh. und humilis Schr. M. Carpini (Nees) Wtr. auf Carpinus Betulus. M. Helioscopiae (Pers.) Wtr. auf Euphorbia helioscopia, platyphyllos und den meisten anderen bei uns einheimischen Arten. M. Sorbi (Oud.) Wtr. (M. pallida Rostr.) auf Sorbus Aucuparia, torminalis Crtz. und Spiraea Aruncus. Wahrscheinlich identisch mit voriger Art ist M. Ariae Fuck. auf Sorbus Aria Crtz. M. Hypericorum (DC.) Wtr. auf unsern Arten von Hypericum. M. Lini (Pers.) Wtr., der Leinrost auf Linum. Kommt in einer durch kleinere Sporenformen charakterisirten var. minor Fuck. vor auf Linum catharticum, alpinum und narbonense, in einer durch größere Sporen ausgezeichneten var. liniperda Körnicke auf Linum usitatissimum, unserm angebauten Lein vor. Die Rostkrankheit des Lein's geht in der Praxis z. Th. unter dem Namen „le feu" und „la brûlure du lin"; es werden aber mit diesen Namen auch Krankheitserscheinungen bezeichnet, die nicht durch Melampsora, sondern durch ein Thier (Thrips lini Ladureau)[2]) veranlaßt werden und ebenso solche, bei denen ein bestimmter Parasit überhaupt noch nicht erkannt worden ist. Man bleibt daher in Zweifel bei den Angaben über die z. Th. sehr ausgedehnten Beschädigungen, welche in Belgien und Nordfrankreich durch den Brand (brûlure) hervorgerufen werden, inwieweit die Melampsora dabei betheiligt ist. Indeß spricht für den parasitären Charakter der Krankheit der durch Versuche festgestellte Umstand, daß neue Leinfelder, welche an vorjährige, brandige, also wahrscheinlich mit Teleutosporen besetzte, grenzten, durch Aufstellen von Matten zwischen beiden Feldern vor der Erkrankung geschützt werden konnten. Die Vermuthung, daß Kalimangel die Ursache der brûlure wäre, hat sich nach

---

[1]) Magnus: Berichte der Gesellschaft naturforschender Freunde. Sitzung v. 26. April 1875.

[2]) Renouard: Notes sur les principales maladies du lin. Annal. agronom. Lille 1879.

den Versuchen von Renouard in Frankreich und von Moll und Mayer[1]) in Holland nicht bestätigt. Auch Drainage der Felder bewahrt dieselben nicht vor Erkrankung. Daß einzelne Varietäten besonders disponirt zur Erkrankung, geht aus einer Angabe von Koernicke[2]) hervor, wonach in einem Garten alle Leinbeete rostfrei blieben und nur die aus dänischem (gelblich-weißem) Samen stammenden Pflanzen vom Pilz befallen erschienen.

M. Cerastii (Pers.) Wtr. (Caeoma Caryophyllacearum Lk.) auf verschiedenen Arten von Stellaria und Cerastium. M. Circaeae (Schum.) Wtr. auf Circaea alpina u. A. M. Epilobii (Pers.) Wtr. auf Epilobium. M. Vaccinii (Alb. et Schw.) Wtr. auf Vaccinium Myrtillus, uliginosum, Vitis Idaea und Oxycoccos. M. Galii (Lk.) Wtr. auf mehreren Arten von Galium. M. Padi Wtr. (M. areolatum Fr. Ascospora pulverulenta Riess) auf Prunus Padus und virginiana.

### Eumelampsora.

#### *a) Hetereumelampsora.*

Diese Gruppe enthält die schädlichsten und verbreitetsten, allerdings auch beststudirten Schmarotzer. In erster Linie zu nennen ist der Weidenrost[3]), M. salicina Lév. (M. salicis capreae Wtr.)

Kleine, orangerothe, meist auf der Unterseite der Blätter auftretende Häufchen deuten im Juni schon die Krankheit an, die sich durch die schnelle Keimung der Uredosporen leicht verbreitet. Schon 8 Tage nach der Aussaat dieser Sommersporen auf ein gesundes Blatt ließen sich bereits neue Uredohäufchen constatiren. Außerdem wächst das Mycel von den Blättern durch die Blattstiele auch in die Zweigrinde hinein. Vom Spätsommer an folgen auf den allmählich braunfleckig werdenden Blättern die Teleutosporenlager, welche nach Hartig aber nicht in, sondern unter den Epidermiszellen angelegt werden. Auf den vorzeitig abgefallenen Blättern entwickeln sich im folgenden Frühjahr die Sporidien an den Promycelien. Durch die von Rostrup[4]) bestätigten Resultate der Nielsen'schen Aussaatversuche hat sich herausgestellt, daß als Becherform für die Melampsora salicina, welche nach v. Thümen mehrere Arten umfaßt, das Caeoma Evonymi und Ribesii anzusehen ist. Und zwar haben spätere Untersuchungen[5]) den Sachverhalt dahin präcisirt, daß die auf Salix cinerea und Caprea vorkommende Melamps. Caprearum DC. als Becherfrucht das Caeoma Evonymi besitzt, während die auf Salix mollisima, viminalis u. A. vorkommende, z. Th. unter Melamps. Hartigii Thüm. zusammengefaßte Rostform das Caeoma Ribesii als Aecidien-

---

[1]) Biedermann's Centralbl. 1880, S. 381.

[2]) Hedwigia 1877, S. 18.

[3]) Hartig: Wichtige Krankheiten der Waldbäume 1874, S. 119.

[4]) Rostrup: Fortsatte Undersogelser over Snyltesvampes Angreb paa Skovtraeerne. Kjobenhavn. 1883, S. 205.

[5]) Rostrup: Nogle nye Jagtagelser angaaende heteroeciske Uredineer. Kjobenhavn 1884.

frucht entwickelt. Soweit die Erfahrungen vorliegen, dürfte die schädliche Ausbreitung der Krankheit weniger durch die Neuaussaat der Bechersporen, als durch die überwinternden Mycelien und deren Uredosporen erfolgen. Obgleich der Rost an verschiedenen Weidenarten von der Tiefebene bis in's Hochgebirge hinein vorkommt, scheint seine verheerende Ausbreitung doch nur bei einzelnen Arten sich gewöhnlich zu zeigen; dahin gehören Salix pruinosa (caspica), welche für trockne Lagen besonders empfohlen worden ist, ferner Salix Caprea, aurita, vitellina, cinerea und fragilis. Das Abschneiden der befallenen Triebspitzen und das Sammeln der mit Teleutosporen besetzten Blätter dürften vorläufig als die wirksamsten Mittel anzusehen sein.

Der Pappelrost, M. populina Lév. scheint wie der Weidenrost auf den verschiedenen Pappeln in etwas von einander abweichenden Sporenformen aufzutreten. Die stacheligen Uredosporen, die theils rundlich, theils elliptisch bis keulenförmig vorkommen, sind von einer bald zerreißenden Peridie umgeben, welche bei dem Weidenrost fehlt. Schon vor dem Auftreten der ebenfalls subepidermal im Spätsommer und Herbst entstehenden, bräunlichen Teleutosporenpolster verfärben sich die Pappelblätter gelblich und fallen vorzeitig ab, namentlich wenn nach einer längeren Trockenperiode ein anhaltender Regen eintritt. Alle Pappelarten dürften zeitweise von dem Rost heimgesucht werden, doch leiden nicht alle Arten gleich stark; besonders empfänglich zeigen sich Populus balsamifera und tremula. An einem Wege, der auf der einen Seite mit P. bals., auf der andern Seite mit Populus nigra bepflanzt war, sah ich die Balsampappeln vollständig gelb durch die Uredosporen und auf der andern Seite die Schwarzpappeln mit gesundem Laube. Nach Rostrup und Nielsen ist die zum Pappelrost gehörige Becherform das auf dem Bingelkraute vorkommende Caeoma Mercurialis. Rathay dagegen glaubt, daß Aecidium Clematidis die Becherfrucht für Melampsora sei und hat auch bei Aussaat im Freien auf Clematis vitalba Spermogonien und Aecidien erhalten. Wie Rathay selbst zugiebt, ist der Versuch wegen der Möglichkeit einer spontanen Infection nicht beweisend.[1]) Man kann vielmehr mit Sicherheit annehmen, daß zunächst das Caeoma pinitorquum als Becherfrucht zu einer auf Populus tremula sich entwickelnden Melampsora gehört.

Zunächst möchte ich einer eignen Beobachtung gedenken. Durch eine Mittheilung aus Schleswig aufmerksam gemacht, daß Caeoma pinitorquum da massenhaft aufgetreten sei, wo die jungen Kiefern von Zitterpappeln beschattet wurden,[2]) säete ich am 4. Juli die Caeomasporen auf junge Blätter von Populus tremula und schloß die am Zweige belassenen Blätter in eine feuchtgehaltene

---

[1]) Emmerich Rathay: Ueber einige autöcische und heteröcische Uredineen. Verh. d. zool. bot. Ges. XXXI, 1881, S. 16.

[2]) Aehnliches berichtet Kern in Bot. Centralbl. 1884, Bd. XIX, S. 358.

Glasglocke ein. Mitte August waren an den besäten Blättern die Uredohäufchen der Melampsora erkennbar. Eine weitere Bestätigung ist durch R. Hartig veröffentlicht worden. [1]) Caeomasporen auf Aspenblätter an abgeschnittenen, unter einer Glasglocke stehenden Zweigen ausgesäet, brachten die Uredoform einer Melampsora (pinitorquum) hervor. Ebenso ist es Hartig gelungen, durch Aussaat der Aecidiensporen von Caeoma Laricis auf Blätter von Populus tremula eine Melampsora (Laricis) zu erziehen. Auch Rostrup fand bei erneuten Infectionsversuchen, daß zu Melampsora Tremulae Tul. auf Populus tremula und alba außer Caeoma Mercurialis auch die sehr wenig davon verschiedene C. pinitorquum gehört; für letztere Art schlägt R. den Namen Melampsora pinitorquum vor, hält aber nicht für ausgeschlossen, daß beide Arten identisch sind (l. c. 1884).

Durch das Vorhandensein der Teleutosporen und der Becherfrucht bei fehlender Uredoform charakterisirt sich als zur Gruppe Melampsoropsis gehörig der Rost der Preißelbeeren M. Göppertiana Wtr., (Calyptospora Göpp.). Nach R. Hartig's Untersuchungen[2]) gehört als vollkommene Becherfrucht hierzu der Weißtannensäulenrost (Aecidium columnare), dessen Sporen im Juli und August abfallen und auf die jungen Preißelbeertriebe gelangen. In feuchter Luft bohrt sich der Keimschlauch einen Weg durch die Wandung einer Epidermiszelle oder bringt durch die Spaltöffnungen in das Innere der Nährpflanze, in deren Rinde man schon 3 Tage nach der Infection kräftiges Mycel gefunden hat. Im ersten Jahre der Infection scheint das in der ganzen Außenrinde des Preißelbeertriebes ausgebreitete Mycel keinen merklichen Einfluß auszuüben; wenn aber im folgenden Jahre die Achselknospen des infizirten Triebes sich entwickeln, wächst das Mycel in die jungen, sich streckenden Gewebe und übt nun einen Reiz aus, in Folge dessen sich die z. Th. von Haustorien angebohrten Rindenzellen stark vergrößern und das geschwollene Ansehn der erkrankten, sich rothfärbenden Stengel bedingen. Die Anschwellung umfaßt den ganzen Trieb mit Ausnahme der scheinbar normal bleibenden Spitze; in dieser findet sich aber ebenfalls Mycel und dasselbe dürfte nur deshalb keine Anschwellung hervorrufen, weil es wahrscheinlich erst in die Gipfelregion der in ihrer Größe die normalen überragenden kranken Triebe kommt, wenn deren Gewebe bereits zu Dauergewebe geworden ist. Da das Mycel mehrere Jahre lebensfähig bleibt, so wächst es auch wieder in die aus den normal erscheinenden Spitzen hervorkommenden Zweige und bringt diese zu der bekannten schwammigen Verdickung.

Mit dem Aelterwerden der kranken Stengel, die nicht selten einen Johannistrieb machen, werden dieselben hellrostbraun; das Mycel häuft sich unterhalb der zunächst nur von Haustorien angebohrten Epidermis zu einer Art Stroma an, dessen Aeste zu 4 bis 8 mit ihren Spitzen nun in die Epidermiszellen eindringen und zu Mutterzellen der Teleutosporen anschwellen. Jede Mutterzelle theilt sich durch parallele, zur Epidermis senkrecht stehende Scheidewände in 4 Tochterzellen, die sich verdicken und nun die fertigen Teleutosporen darstellen. Darauf stirbt das entleerte Mycel und das Schwammgewebe der Rinde bis auf die lebendig bleibende, mycelhaltige, innerste Rindenlage ab. Nach der Ueberwinterung im geschwollenen Preißelbeerstengel keimen die Teleutosporen bei feuchtwarmer Frühjahrswitterung, indem sich aus jeder Tochterzelle ein vierfächeriges Promycel mit Sporidien entwickelt. Als Letztere auf ganz jugendliche Weißtannennadeln

[1]) Bot. Centralbl. 1885, Nr. 38, S. 362.

[2]) Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882, S. 56.

frucht entwickelt. Soweit die Erfahrungen vorliegen, dürfte die schädliche Ausbreitung der Krankheit weniger durch die Neuaussaat der Bechersporen, als durch die überwinternden Mycelien und deren Uredosporen erfolgen. Obgleich der Rost an verschiedenen Weidenarten von der Tiefebene bis in's Hochgebirge hinein vorkommt, scheint seine verheerende Ausbreitung doch nur bei einzelnen Arten sich gewöhnlich zu zeigen; dahin gehören Salix pruinosa (caspica), welche für trockne Lagen besonders empfohlen worden ist, ferner Salix Caprea, aurita, vitellina, cinerea und fragilis. Das Abschneiden der befallenen Triebspitzen und das Sammeln der mit Teleutosporen besetzten Blätter dürften vorläufig als die wirksamsten Mittel anzusehen sein.

Der Pappelrost, M. populina Lév. scheint wie der Weidenrost auf den verschiedenen Pappeln in etwas von einander abweichenden Sporenformen aufzutreten. Die stacheligen Uredosporen, die theils rundlich, theils elliptisch bis keulenförmig vorkommen, sind von einer bald zerreißenden Peridie umgeben, welche bei dem Weidenrost fehlt. Schon vor dem Auftreten der ebenfalls subepidermal im Spätsommer und Herbst entstehenden, bräunlichen Teleutosporenpolster verfärben sich die Pappelblätter gelblich und fallen vorzeitig ab, namentlich wenn nach einer längeren Trockenperiode ein anhaltender Regen eintritt. Alle Pappelarten dürften zeitweise von dem Rost heimgesucht werden, doch leiden nicht alle Arten gleich stark; besonders empfänglich zeigen sich Populus balsamifera und tremula. An einem Wege, der auf der einen Seite mit P. bals., auf der andern Seite mit Populus nigra bepflanzt war, sah ich die Balsampappeln vollständig gelb durch die Uredosporen und auf der andern Seite die Schwarzpappeln mit gesundem Laube. Nach Rostrup und Nielsen ist die zum Pappelrost gehörige Becherform das auf dem Bingelkraute vorkommende Caeoma Mercurialis. Rathay dagegen glaubt, daß Aecidium Clematidis die Becherfrucht für Melampsora sei und hat auch bei Aussaat im Freien auf Clematis vitalba Spermogonien und Aecidien erhalten. Wie Rathay selbst zugiebt, ist der Versuch wegen der Möglichkeit einer spontanen Infection nicht beweisend.[1]) Man kann vielmehr mit Sicherheit annehmen, daß zunächst das Caeoma pinitorquum als Becherfrucht zu einer auf Populus tremula sich entwickelnden Melampsora gehört.

Zunächst möchte ich einer eignen Beobachtung gedenken. Durch eine Mittheilung aus Schleswig aufmerksam gemacht, daß Caeoma pinitorquum da massenhaft aufgetreten sei, wo die jungen Kiefern von Zitterpappeln beschattet wurden,[2]) säete ich am 4. Juli die Caeomasporen auf junge Blätter von Populus tremula und schloß die am Zweige belassenen Blätter in eine feuchtgehaltene

---

[1]) Emmerich Rathay: Ueber einige autöcische und heteröcische Uredineen. Verh. d. zool. bot. Ges. XXXI, 1881, S. 16.

[2]) Aehnliches berichtet Kern in Bot. Centralbl. 1884, Bd. XIX, S. 358.

Glasglocke ein. Mitte August waren an den besäten Blättern die Uredohäufchen der Melampsora erkennbar. Eine weitere Bestätigung ist durch R. Hartig veröffentlicht worden.[1]) Caeomasporen auf Aspenblätter an abgeschnittenen, unter einer Glasglocke stehenden Zweigen ausgesäet, brachten die Uredoform einer Melampsora (pinitorquum) hervor. Ebenso ist es Hartig gelungen, durch Aussaat der Aecidiensporen von Caeoma Laricis auf Blätter von Populus tremula eine Melampsora (Laricis) zu erziehen. Auch Rostrup fand bei erneuten Infectionsversuchen, daß zu Melampsora Tremulae Tul. auf Populus tremula und alba außer Caeoma Mercurialis auch die sehr wenig davon verschiedene C. pinitorquum gehört; für letztere Art schlägt R. den Namen Melampsora pinitorquum vor, hält aber nicht für ausgeschlossen, daß beide Arten identisch sind (l. c. 1884).

Durch das Vorhandensein der Teleutosporen und der Becherfrucht bei fehlender Uredoform charakterisirt sich als zur Gruppe Melampsoropsis gehörig der Rost der Preißelbeeren M. Göppertiana Wtr., (Calyptospora Göpp.). Nach R. Hartig's Untersuchungen[2]) gehört als vollkommene Becherfrucht hierzu der Weißtannensäulenrost (Aecidium columnare), dessen Sporen im Juli und August abfallen und auf die jungen Preißelbeertriebe gelangen. In feuchter Luft bohrt sich der Keimschlauch einen Weg durch die Wandung einer Epidermiszelle oder dringt durch die Spaltöffnungen in das Innere der Nährpflanze, in deren Rinde man schon 3 Tage nach der Infection kräftiges Mycel gefunden hat. Im ersten Jahre der Infection scheint das in der ganzen Außenrinde des Preißelbeertriebes ausgebreitete Mycel keinen merklichen Einfluß auszuüben; wenn aber im folgenden Jahre die Achselknospen des infizirten Triebes sich entwickeln, wächst das Mycel in die jungen, sich streckenden Gewebe und übt nun einen Reiz aus, in Folge dessen sich die z. Th. von Haustorien angebohrten Rindenzellen stark vergrößern und das geschwollene Ansehn der erkrankten, sich rothfärbenden Stengel bedingen. Die Anschwellung umfaßt den ganzen Trieb mit Ausnahme der scheinbar normal bleibenden Spitze; in dieser findet sich aber ebenfalls Mycel und dasselbe dürfte nur deshalb keine Anschwellung hervorrufen, weil es wahrscheinlich erst in die Gipfelregion der in ihrer Größe die normalen überragenden kranken Triebe kommt, wenn deren Gewebe bereits zu Dauergewebe geworden ist. Da das Mycel mehrere Jahre lebensfähig bleibt, so wächst es auch wieder in die aus den normal erscheinenden Spitzen hervorkommenden Zweige und bringt diese zu der bekannten schwammigen Verdickung.

Mit dem Aelterwerden der kranken Stengel, die nicht selten einen Johannistrieb machen, werden dieselben hellrostbraun; das Mycel häuft sich unterhalb der zunächst nur von Haustorien angebohrten Epidermis zu einer Art Stroma an, dessen Aeste zu 4 bis 8 mit ihren Spitzen nun in die Epidermiszellen eindringen und zu Mutterzellen der Teleutosporen anschwellen. Jede Mutterzelle theilt sich durch parallele, zur Epidermis senkrecht stehende Scheidewände in 4 Tochterzellen, die sich verdicken und nun die fertigen Teleutosporen darstellen. Darauf stirbt das entleerte Mycel und das Schwammgewebe der Rinde bis auf die lebendig bleibende, mycelhaltige, innerste Rindenlage ab. Nach der Ueberwinterung im geschwollenen Preißelbeerstengel keimen die Teleutosporen bei feuchtwarmer Frühjahrswitterung, indem sich aus jeder Tochterzelle ein vierfächeriges Promycel mit Sporidien entwickelt. Als Letztere auf ganz jugendliche Weißtannennadeln

[1]) Bot. Centralbl. 1885, Nr. 38, S. 362.
[2]) Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882, S. 56.

Mitte Mai von Hartig ausgesäet wurden, zeigten sich etwa 4 Wochen später auf der Nadelunterseite die Becherfrüchte mit ihren säulenförmigen Peridien. Ob dieselben aber nöthig zur Uebertragung der Krankheit von einer Preißelbeere zur andern, scheint nach R. Hartig's gelegentlichen Beobachtungen nicht zweifellos. Jedenfalls wird man, namentlich wenn sich auch die jetzt angebaute amerikanische Preißelbeere als inficirbar herausstellen sollte, gut thun, die erkrankten Vaccinien herauszureißen und zu verbrennen.

## Coleosporium Lév.

(Taf. IX, Fig. 11).

Bei diesem Roste bilden die mehrzelligen, gelbrothen Teleutosporen feste, zusammenhängende Lager unterhalb der Epidermis; die Lager aber haben durch eine sie umhüllende, gallertartige Masse ein etwa wachsartiges Aussehen und bleiben von der Oberhaut des Pflanzentheils stets bedeckt. Ihre Keimung erfolgt in der Weise, daß jede Zelle ein einfaches Promycel mit einer Sporidie entwickelt. Die stacheligen, orangerothen Uredosporen dagegen, welche in kurzen Reihen abgeschnürt werden, treten alsbald in Form goldgelber, pulveriger Häufchen frei zu Tage. Die bis jetzt in einem Falle bekannt gewordenen Becherfrüchte zeigen den Bau der zu Puccinia gehörigen Aecidien, haben aber eine große, blasenartig erweiterte Peridie.

Winter führt aus der vorläufig größten Gruppe der Gattung, aus Hemicoleosporium (nur Sommer- und Wintersporen bekannt) folgende bemerkenswerthe Arten an: C. Euphrasiae (Schum.) Wtr. (Taf. IX, Fig. 11 nach Wtr.[1])) auf Melampyrum, Rhinanthus, Euphrasia u. a. Scrophularineen. C. Campanulae (Pers.) Wtr. auf Campanula, Jasione, Phyteuma, Specularia und Lobelia ocymoides. C. Sonchi arvensis (Pers.) Wtr. (C. Synantherarum Fr.) auf Tussilago Farfara, Petasites, Inula, Senecio aquaticus Huds., nebrodensis, cordatus Koch. subalpinus Koch, nemorensis, saracenicus, sowie auf verschiedenen Arten von Sonchus, Adenostyles und Cacalia. C. Pulsatillae (Strauß) Wtr. auf Anemone Pulsatilla und pratensis.

Der wichtigste und bekannteste Parasit gehört wegen des bereits entdeckten Aecidium's zur Gruppe Hetereucoleosporium. Die Teleutosporenform heißt Coleosp. Senecionis (Pers.) Wtr., das, überall verbreitet, auf den Blättern und Stengeln von Senecio vulgaris, viscosus, silvaticus, vernalis W. K. und Jacobaea die orangerothen Ueberzüge durch seine Uredohäufchen bildet. Durch die Impfversuche von Wolff[2]) ist nachgewiesen worden, daß die Becherfrucht für diesen Pilz in dem Peridermium (Aecidium) Pini, dem

## Kiefernblasenrost,

zu finden ist. Dieser Kiefernrost kommt in einer rindenbewohnenden, durch große, orangegelbe Blasen leicht kenntlichen Form (f. corticola) und in einer auf den Nadeln sich zeigenden, kleineren Form (f. acicola) vor. Die Sporen

---

[1]) Wie bei den andern Figuren der Taf. IX bedeutet u Uredosporen, t Teleutosporen, pr Promycel und sp Sporidie.

[2]) R. Wolff: Beitrag zur Kenntniß der Schmarotzerpilze. Landwirthsch. Jahrb. 1877, S. 723—757.

beider Becherfruchtformen ergaben bei der Aussaat auf Senecio viscosus und silvaticus schon 8 Tage nach der Infection die ersten Rasen von Coleosporium. Es ist somit erwiesen, daß die beiden Fruchtformen auf der Kiefer und der Seneciorost zusammengehören. Wann und wie die Sporidien der Teleutosporen von dem Kreuzkraut in die Kiefernadeln und Zweige eindringen, bleibt noch festzustellen.

Der Kiefernrost wird besonders durch seine zweigbewohnende Form schädlich, indem er das Rindengewebe theilweis zerstört; die Risse, welche bei dem Durchbruch der Aecidienfrüchte in der Rinde entstehen, dienen meist als Ausflußstellen des Harzes, das sich an den kranken Stellen leicht bildet. Am schädlichsten aber wirkt er, wenn er in großen Massen bei jungen Kieferpflanzen auftritt, deren Nadeln er dann dicht besetzt hält. Das Haustorien bildende Mycel, das im Stammumfange intercellular in der Rinde, namentlich in der Nähe der Siebröhren langsam sich immer weiter ausbreitet, kann bei älteren Stämmen in der Wipfelregion auftreten und die Baumwipfel selbst zum Absterben bringen.[1]) Diese Erscheinung wird von den Forstleuten als **Kienzopf**, auch wohl als **Kiefernkrebs** bezeichnet. Durch die Markstrahlen gelangt das Mycel in den Holzkörper und dessen Harzkanäle, die zerstört werden und das Harz ausfließen lassen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß die Einwanderung des Rostpilzes, der auch manchmal auf starken Seitenästen alljährlich seine Fruktifikation zeigt, bei Wundstellen, wo die schützende Borke fehlt, in die grüne Rinde erfolgt. So mag vielleicht Tinea silvestrella Ratz. mit ihren Verletzungen derartige Einwanderungsheerde darstellen, da **Ratzeburg** die Kienzopfbildung als **Mottendürre** beschreibt und diesem Thiere die Schuld beimißt. Cornu („Note sur les generations alternantes des Uredinees". Extrait du Bulletin de la Soc. bot. de France 14. Juni 1880) hat die Experimente von **Wolff** mit Aussaat der Sporen des Peridermium Pini auf Senecio vulgaris mit gleich positivem Erfolge wiederholt, während bei Impfungen auf Sonchus oleraceus die Pflanzen gesund blieben; es ist daraus zu schließen, daß Coleosporium Sonchi zu einem andern Peridermium gehört und nicht mit C. Senecionis verwechselt werden darf.

Das **Heraushauen** der Kiefernzöpfe und sonstigen Pilzheerde einerseits und die Einrichtung eines recht luftigen Standortes der befallenen Kiefernsaaten dürften als die wirksamsten Mittel neben der Vertilgung der rostigen Seneciopflanzen gelten.

## Chrysomyxa Unger.

(Taf. IX, Fig. 13.)

Die Uredosporen gleichen denen der vorigen Gattung; die Teleutosporen bilden dichte, orangerothe, frei hervortretende Polster aus eng nebeneinander-

[1]) Bot. Zeit. 1878, S. 355.

stehenden, einfachen oder verzweigten Zellreihen. Jede solche Zellenreihe ist als eine Teleutospore aufzufassen, aus deren oberen, cylindrischen Zellen ein mehrfächeriges Promycel mit meist 4 Sporidien sich entwickelt. Die Becherform ist so wie bei Puccinia.

Aus der Gruppe Leptochrysomyxa, bei der also nur sofort keimende Teleutosporen bekannt sind, ist nur eine und zwar die gefährlichste Art bekannt. Es ist Chrysomyxa abietis Ung. die Ursache der

## Gelbfleckigkeit der Fichtennadeln (Fichtennadelrost).

Diese Krankheit ist von allgemeiner Verbreitung. Zu Ende April oder Anfang Mai erscheinen auf der Unterseite der zweijährigen Nadeln der Fichte Pinus Picea Dur. (Picea excelsa Lk.), welche schon 3/4 Jahr vorher die ersten Spuren der Krankheit durch ihre Gelbfleckigkeit anzeigten, die Teleutosporenlager als langgestreckte, etwa 1/2 mm hohe, orangegelbe, sammtartige Polster[1]). Diese Sporenpolster, welche von keiner besonderen Hülle umgeben sind, sondern nur von der Oberhaut der Nadel zuerst bedeckt werden, durchbrechen später die Epidermis und verschwinden, nachdem sie an der Luft allmählich eine chromgelbe Farbe angenommen haben, schon gegen Ende Mai. Ein feiner Schnitt durch ein solches Fruchtlager läßt erkennen, daß dasselbe aus dichtgedrängten, einfachen oder wiederholt gabeligen Fäden von cylindrischen Zellen besteht, welche unter der auf die Epidermis unmittelbar folgenden Parenchymzellenschicht angelegt worden sind. Daß diese Fäden aber wirklich Teleutosporen sind, erkennt man an dem, bei feuchter Witterung bald erfolgenden Austreiben eines Promycels aus einer der 2—4 oberen Zellen, wobei die darunter liegenden Zellen des Fadens ihren Inhalt zur Ernährung des Promycels hergeben müssen, dabei wasserhell und dadurch als Stiel kenntlich werden. Zunächst fängt die oberste Zelle zu keimen an, und darauf entwickeln 2—3 der darunter liegenden ebenfalls noch Keimschläuche, wie es scheint, aus beliebigen Stellen in der Nähe der oberen Wandung, da Keimporen nicht beobachtet worden sind. Das Promycel trägt 4 Sporidien, welche, anfangs farblos, später gelb, alsbald den Inhalt des sie tragenden kleinen Astes (Sterigma) und der dazu gehörigen Promycelzelle für sich beanspruchen. Ist die Sporidienbildung an der obersten Teleutosporenzelle beendet, so beginnt sie an der zunächst darunter liegenden; mit dem Fortschreiten dieser Knospenbildung nimmt das ganze Polster die von den Sporidien herrührende, bereits erwähnte, chromgelbe Färbung an. Wenn in dieser Weise die Keimung sämmtlicher Sporen erfolgt ist, stirbt das in der Nadel ruhende Pilzlager und meist die Nadel selbst ab. Dieser Vorgang dauert ungefähr 2—3 Wochen und findet, je nach der Lage des Ortes im Mai oder Juni statt. Säet man die

---

1) Vorzugsweise nach Reess: Rostpilzformen der deutschen Coniferen.

Sporidien in Wasser aus, so treiben sie nach wenigen Stunden einen kurzen, engen Schlauch, dessen Ende zu einer sekundären Sporidie anschwillt, welche den Inhalt der primären Knospe derart an sich zieht, daß diese zu einem farblosen, äußerst dünnwandigen Bläschen wird. Bringt man dagegen die Sporidien auf junge Nadeln, die noch nicht die Hälfte ihrer definitiven Länge erreicht haben[1]), so sieht man die Keimschläuche der Sporidien mit ihrer Spitze fest auf der Oberhaut der Nadel angepreßt und einige von ihnen bereits in das Innere der Nährpflanze eingedrungen, indem sie die Epidermiszellen durchbohrt haben.

Aus dieser direkten Beobachtung und aus dem Umstande, daß um so mehr junge Nadeln in einem Jahre erkranken, je mehr die älteren Nadeln desselben Exemplars mit reifen Teleutosporenlagern bedeckt sind, und daß diese grade reif sind, wenn die jungen Nadeln austreiben, läßt sich schließen, daß durch Aussaat der Sporidien direkt wieder die Krankheit erzeugt wird, zumal da in den jungen Zweigen und Blattbasen kein Mycel aufgefunden worden ist. Dadurch ist auch die Vermuthung ausgeschlossen, daß etwa das perennirende Mycel aus dem älteren Zweigstücke in das jüngere hinüberwachse.

Die Erkrankung der jungen Nadeln tritt also unmittelbar nach der Reife der Sporidien an den alten Polstern auf und ist in der Mitte Juni ungefähr schon dem bloßen Auge kenntlich, indem auf der lebhaft grünen Nadel entfärbte Stellen erscheinen. Die länglichen, anfangs weißlich-gelben Flecke sind bereits im Juli intensiv gelb geworden, und bis Ende August treten auf denselben (in der Regel auf der Unterseite der Nadel) braune Längsstreifen auf, die sich bis Ende des Herbstes zu 3—9 mm. langen, in der Längsrichtung der Nadel gestreckten, rothbraunen Pusteln ausbilden. Im Frühjahre schwellen die über Winter unverändert erscheinenden Pusteln stark an, bersten der Länge nach auf, indem die Oberhaut der Nadeln durch die schnell wachsenden Teleutosporen gesprengt wird und diese selbst als orangegelbes Pulver zu Tage treten.

Das dichte, reich verästelte, septirte, gelbe Oeltropfen führende Mycel, aus welchem die Sporen entspringen, windet sich zwischen den Parenchymzellen des Blattes hin, wobei es vermittelst Saugwarzen [Haustorien[2])] seine Nahrung aus dem Inneren der Zellen holt. Wie bei Gymnosporangium wirkt dieses Mycel auch derartig reizend auf das umgebende Nährgewebe, daß in demselben eine sehr reiche Stärkeablagerung erfolgt, die zur Zeit der Bildung der Fruchtlager des Pilzes verbraucht ist. Die normale Nadel lagert zwar ebenfalls Stärke ab, aber dies geschieht erst 6—8 Wochen später.

Aus dem oben geschilderten Entwicklungsverlaufe des Pilzes ergiebt sich von selbst der Schaden, den derselbe bei häufigem Auftreten anrichten kann.

[1]) Reess: Chrysomyxa Abietis Ung. und die von ihr verursachte Fichtennadelkrankheit. Bot. Zeit. 1865, S. 388.

[2]) Reess: Rostpilzformen der deutschen Coniferen 1869.

Und die Fälle sind nicht selten, wo große Bestände durch den Pilz epidemisch heimgesucht worden sind. Seit dem Jahre 1831 [1]), wo sie von v. Berg im Harze in großer Ausdehnung beobachtet worden war, ist die Krankheit bis heute in verschiedenen Theilen Deutschlands, hin und wieder über große Flächen verbreitet und alle Altersstufen der Bäume heimsuchend, aufgetreten. Die schnelle Vermehrung erklärt sich durch die zahlreichen Sporidien [2]). Es ist daher die Frage nach Mitteln, durch welche sich die Krankheit bekämpfen läßt, dringend geboten.

Als passende Maßregeln zur Vermeidung der Krankheit, die in feuchten Oertlichkeiten mehr Verbreitung zu gewinnen scheint, empfiehlt Willkomm [3]) zunächst die Unterlassung des Anbaues von Fichten auf nassem Boden oder an solchen Oertlichkeiten, welche im Sommer einer feuchtwarmen und stagnirenden Atmosphäre ausgesetzt sind (enge feuchte Thäler); man wähle statt der Fichte in derartigen Lagen Tannen und Weymouthskiefern. Wenn Fichten durchaus an solchen Orten angepflanzt werden sollen, so entwässere man den Boden und sorge für zweckmäßigen Auf- und Durchhieb, um reichlichen Luftwechsel zu ermöglichen. Bei sporadischem Auftreten des Rostes suche man die befallenen Aeste oder im Nothfall selbst die ganzen Bäume abzuhauen. Das kranke Holz muß sofort entfernt werden, damit es nicht als neuer Infectionsheerd diene. Bei epidemischem Auftreten des Rostes, wie dies 1833 im Harze und 1866 in Neu-Vorpommern beobachtet worden, läßt sich allerdings nicht Alles wegschlagen; dann sorge man aber wenigstens für möglichst reichliche Durchforstung, wobei man die kränkesten Stämme entfernt. Endlich dürfte auch der Forstmann seine Aufmerksamkeit auf den Anbau der nordamerikanischen Weißfichte (Abies alba Poir, Picea alba Lk.) richten, welche (nach Münter) vom Fichtennadelroste nicht befallen wird.

Auch aus der Gruppe Hemichrysomyxa (mit Uredo- und Teleutosporen) ist nur eine Art Ch. pirolatum (Kke.) Wtr. anzuführen. Die gelbrothen, wachsartigen Teleutosporenlager sind über die untere Blattfläche von Pirola rotundifolia und minor verstreut. Wichtig für Gärtner ist die zu Hetereuchrysomyxa gehörige Ch. Rhododendri (DC.) Wtr. (Taf. IX, Fig. 13 nach de By) auf Rhododendron ferrugineum und hirsutum, auf deren überwinterten Blättern nach dem Schmelzen des Schnee's die braunrothen Teleutosporenlager auftreten. Bei der Sporidienbildung erscheinen die Lager orangegelb, während die Uredohäufchen gelblich bis violettbraun aussahen. Die Sporidien dringen in die Fichtennadeln ein und erzeugen im Juli und August den Fichtennadel-Becherrost (Aecidium abietinum A. et. Schw.),

---

[1]) Stein: Ueber zwei Schmarotzerpilze im Innern der Fichten- und Kiefernadeln ꝛc. Tharander akad. Jahrb. Bd. IX, Separatabdr. S. 5.

[2]) Wenn man auch von der von Münter angegebenen Conidienbildung in Form von Cephalothecium roseum Cord. (Loew in Bot. Zeit. 1867, S. 73) (dem Münter'schen Arthrobotrys oligospora Fres.) als einer irrtümlichen Beobachtung absieht. Vergl. Bot. Untersuchungen von Karsten, Heft III, S. 221.

[3]) „Die mikroskopischen Feinde des Waldes" Heft II, 1867, S. 163.

dessen Sporenketten Zwischenzellen, ähnlich wie Gymnosporangien aufweisen. Die leicht verstäubenden Bechersporen rufen auf den diesjährigen, jungen Rhododendronblättern die Uredoform des Pilzes hervor, die auch den Rost von einem Jahre zum andern in solchen Gegenden überträgt, in denen die Fichten nicht vorkommen. Das Aecid. abiet. (Perid. abiet.) ist von Farlow (Appalachia Vol. III part. 3 Jan. 1884) in den White mountains auf Abies nigra neben Perid. Peckii Thüm. an Abies canadensis und neben Perid. balsameum Pk. auf Nadeln von Abies balsamea beobachtet worden. Dabei machte Farlow die Bemerkung, daß das Aec. abiet. nicht auf größeren Bäumen der niederen Region vorkommt, sondern erst und zwar plötzlich massenhaft auftritt, wenn in den höheren Bergen die Abies nigra niedrig wird. Die in der Nähe der reich befallenen Fichten stehenden Exemplare von Rhododendron Lapponicum und Ledum latifolium zeigten indeß keine Chrysomyxa.

Verwandt mit Voriger ist Chrysomyxa Ledi A. und Schw. (Coleosporium Ledi Schröt.), deren orangegelbe Uredoform in gelblichen Flecken auftritt und mit der von Chr. Rhododendri vollkommen übereinstimmt [1]; die ebenfalls orangegelben Teleutosporen bilden braunrothe Schwielen. Bei der Keimung wird die Epidermis des Blattes zersprengt und vom obersten Fache ausgehend zeigt sich die Bildung der sofort keimenden Sporidien. Diese entwickeln ebenfalls auf der Fichtennadel ein Aecidium, das als A. abietinum A. et. Sch. bisher angesprochen worden und mit dem von Ch. Rhododendri stammenden mit Ausnahme des Baues der Peridienzellen übereinstimmt. Vielleicht haben wir es mit einer Standortsform der vorigen Art zu thun.[2] Rostrup[3], der den Pilz in Schweden mehrfach, in Dänemark gar nicht fand, weil dort das Ledum fehlt, hebt hervor, daß das Mycel nicht von den Nadeln in die Zweige hinab geht, also nur den Nadeln gefährlich bleibt. Bei jungen Pflanzen ist aber eine sehr weitgehende, vorzeitige Entnadelung immerhin ein gefährliches Uebel, dem lediglich durch Entfernung der Ledumpflanzen vorgebeugt werden kann. Eine spätere Mittheilung von Rostrup (Nogle nye Jagttagelser angaaende heteroeciske Uredineer. K. D. Vidensk. selsk. Forhandl. 1884) constatirt das Vorkommen der Uredoform auf Ledum palustre in Grönland, wo Picea excelsa überhaupt nicht vorkommt, also die Aecidienform bei der jährlichen Uebertragung der Krankheit gar nicht in Betracht kommen kann. Wahrscheinlich spielen auch bei anderen Rosten die Aecidien für die Verbreitung nur eine facultative, aber keine obligatorische Rolle. Mit dem Aecidium abiet. ist das von Fries als Uredo beschriebene Aecid. coruscans verwechselt worden; dasselbe befällt alle Nadeln der jungen Fichtentriebe und färbt sie leuchtend goldgelb, so daß die Zweigspitzen wie gelbe Zapfen erscheinen. Diese fleischigen Gebilde werden in Schweden unter dem Namen „Mjölkomlor" gegessen. Chrysomyxa albida J. Kühn findet man an schattigeren Exemplaren von Rubus fruticosus auf der Unterseite der Blätter im Herbst weißlich gelbe, im Frühjahr intensiver gefärbte, bis in's Orangegelb übergehende Häufchen bildend. Teleutosporen meist 5—6zellig ohne die Trägerzellen; die einzelnen Zellen sind cylindrisch bis eiförmig, in Inhalt und Wandung farblos. Die Keimung erfolgt sofort nach der Reife.[4]

## Endophyllum Lév.

Die nicht sehr artenreiche Gattung gleicht einem Aecidium von Puccinia und besitzt, wie dieses eine Peridie und kettenförmig gestellte, nach Kny durch

---

[1]) Hedwigia 1879, S. 134.

[2]) Auch de Bary (Bot. Zeit. 1879, S. 807) läßt die Frage unentschieden.

[3]) a. a. O. Kjobenhavn. 1883, S. 222.

[4]) Bot. Centralbl. 1883, Bd. XVI, S. 154. Hedwigia 1884, Nr. 11, S. 167.

Zwischenglieder getrennte Sporen. Letztere verhalten sich aber wie Teleutosporen, indem sie mit einem Sporidien bildenden Promycel keimen.

Man kann die Gattung vielleicht als Crassulaceen-Rost bezeichnen, da 2 von den 3 bekannten Arten auf Fettpflanzen vorkommen. So findet sich End. Sempervivi (Alb. et Schw.) Wtr. auf den Blättern von Sempervivum tectorum, montanum, hirtum und soboliferum Sims. Das Mycel überwintert in den durch den Pilz schmaler und bleicher bleibenden Blättern. E. Sedi (DC.) Wtr. mit kleineren Peridien kommt auf Sedum maximum Sut., acre, boloniense Loisl, sexangulare und reflexum vor. Die dritte Art E. Euphorbiae silvaticae (DC.) Wtr. ist auf Euphorbia amygdaloides gefunden worden, deren bleich gelblich-grüne Blätter kürzer, breiter und etwas fleischiger werden.

## Isolirte Uredo- und Aecidienformen.

Trotz des vielseitigen und ernsten Studiums der Rostpilze haben wir dennoch eine große Anzahl einzelner Rostformen, von denen wir zur Zeit den Zusammenhang mit Teleutosporen noch nicht kennen. Wir greifen nur einige Beispiele, die durch ihr Auftreten an Kulturpflanzen oder durch ihr häufigeres Vorkommen an vielverbreiteten, wilden Pflanzen ein größeres Interesse beanspruchen, heraus.

### Uredoformen.

Uredo Quercus Duby. auf Quercus pedunculata Ehrh. und Qu. Ilex. — U. Symphyti DC. überzieht in dichtgedrängten, kleinen, orangegelben Häufchen oft die ganze Unterseite der Blätter von Symphytum officinale, tuberosum u. A. — U. Polypodii (Pers.) Wtr. (Caeoma filicum Lk.) auf den Wedeln von Cystopteris, Phegopteris, Scolopendrium u. A. Ein Uredo Vitis Thüm. ist auf Weinblättern in Nordamerika beobachtet worden.

### Aecidiumformen.

Caeoma.

Wir haben bereits bei Besprechung des Pappelrostes (s. S. 242) darauf hingewiesen, daß die neueren Impfversuche mehrere Arten der alten Gattung Caeoma als Aecidienformen von Melampsora festgestellt haben. Die Gattung Caeoma ist ein Aecidium ohne Peridie. Die jungen Sporenreihen zeigen Zwischenstücke.

Die wichtigste Art ist die zu Melampsora auf Zitterpappeln (s. S. 243) gehörige Caeoma pinitorquum A. Br. welche als Ursache nachgewiesen ist vom

## Drehrost der Kiefer.

Die Krankheit, welche früher nur vereinzelt aufgefunden worden, hat in neuerer Zeit nach R. Hartig[1]) sehr zugenommen. Der Parasit befällt bereits sehr junge, erst wenige Wochen alte Kiefernsämlinge am oberen Stengeltheile, an den Samenlappen und Knöspchen. Im späteren Alter dagegen tritt er nur

---

[1]) Mittheilungen aus der pflanzenphysiologischen Abtheilung der forstlichen Versuchsstation zu Neustadt-Eberswalde in der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen von Dankelmann 1871. Heft I. S. 99.

an jungen Zweigen, nicht mehr an den Nadeln auf und dann ist auch die eigentliche Gefahr für die Nährpflanze vorüber. Am meisten werden junge Schonungen von 1—10jährigem Bestande befallen. Ist die Krankheit einmal irgendwo aufgetreten, so verschwindet sie nicht mehr gänzlich.

Aeußerliche Anzeichen derselben sind die weißlichen Stellen an der jungen Stengelrinde in den ersten Tagen des Juni, wenn die neuen Nadeln kaum mit ihren Spitzen aus den Scheiden herausgetreten sind. Die weißen, später goldgelb werdenden Stellen zeigen kleine, kegelförmige Erhebungen der Cuticula. Diese erweisen sich als die Mündungen der Spermogonien, welche aus den nach der Spitze convergirenden Mycelästen bestehen, die sich zwischen den Zellen der Epidermis durchgedrängt und zwischen Epidermis und Cuticula sich zu dem Spermatien erzeugenden Organe vereinigt haben.

Bald nach der Spermogonienbildung schickt sich das reichverzweigte, septirte, durch gelbe Tröpfchen gefärbte Mycel, das mit kurz-keuligen Haustorien auch in die Zellen eindringt, zur Fruchtbecherbildung an.

Die Anlage der Aecidiumfrucht erfolgt 2—4 Zellschichten unter der Epidermis im Gewebe der Nadel, indem sich aus dem dichten Mycellager senkrechte, eng an einander stehende, keulige Myceläste als Sporenträger oder Basidien erheben, von denen jeder eine Kette von etwa 20 Sporen trägt. Durch die Neubildung und Vergrößerung der Sporen, die nicht wesentlich von den auf anderen Coniferen wohnenden Aecidien abweichen, wird endlich die Oberhaut der Nährpflanze gesprengt und ein orangefarbiges, trocknes Pulver gebildet, nachdem der die Sporen im jugendlichen Zustande einhüllende Schleim vertrocknet ist.

Nach dem Verstäuben der Sporen, welche nach den im Vorhergehenden erwähnten Beobachtungen auf die Blätter von Populus tremula übergehen und dort die Sommersporen von Melampsora pinitorquum Rostr. erzeugen, stirbt das Zellgewebe im befallenen Theile der Kiefer soweit ab, als das Mycel in demselben sich ausgebreitet hatte. Größtentheils stirbt das Mycel selbst auch ab; doch kann es auch, wie Kern[1]) angiebt, in der Rinde lebendig sich erhalten und also perenniren. Eine junge Pflanze kann bei reichlicher Erkrankung durch den Pilz zu Grunde gehen. Bei älteren Pflanzen sterben höchstens die befallenen Triebe und werden durch außergewöhnlich gebildete ersetzt. Der Tod ist aber hier die geringere Beschädigung und verhängnißvoller wird für den Nutzwerth des Baumes die Verkrüppelung der häufig nur einseitig angegriffenen Triebe. Durch das Aufhören der Streckung an der erkrankten Seite krümmt sich der Trieb und wächst später bajonettartig gebogen weiter. Daher der Name „Drehrost". Bei älteren Exemplaren (der Parasit kann nach Kern's Angaben selbst 50jährige Bäume heimsuchen) wird auch diese Beschä-

[1]) S. Bot. Centralbl. 1884, Bd. XIX. S. 358.

digung nicht wesentlich ins Gewicht fallen; aber in Schonungen, deren Gipfeltriebe verkrümmen, ist der Nachtheil ein bedeutender.

Neben der Entfernung der erkrankten Theile rathen wir, die Aufmerksamkeit auf die Zitterpappel zu richten und diese aus der Umgebung der Schonungen zu entfernen.

Caeoma Laricis (West.) Wtr. auf Larix europaea gehört, wie bereits erwähnt zu Melampsora Laricis Htg.

Vorläufig ohne Teleutosporen bekannt sind nach Caeoma Galanthi auf Galanthus nivalis. C. Orchidis auf Orchis-Arten und Gymnadenia. C. Ari-italici (Duby) Wtr. auf Arum maculatum. C. Ligustri (Rabh.) auf Ligustrum vulgare. C. Saxifragae (Straufs) Wtr. auf Saxifraga aizoides, moschata Wulf u. A. C. Ribis alpini (Pers.) Wtr. auf Ribes alpinum und rubrum. C. Abietis pectinatae Reess kommt auf Abies pectinata vor.

Ein sehr beachtenswerther Feind auf Abies pectinata DC. ist das den

## Hexenbesen der Weißtanne

hervorrufende Aecid. elatiuum Alb. et Schw.; es giebt zunächst Veranlassung zu den bedeutenden Schäden, welche der Windbruch anrichtet. Die befallenen Stämme erliegen nämlich am leichtesten den Stürmen. Kenntlich ist die Krankheit[1]) durch eine bis auf das Doppelte der normalen Dicke anwachsende, meist tonnenförmige Anschwellung des sonst gesunden Stammes, der an dieser Stelle mit einer dicken, tief rissigen Rinde versehen ist. Die Jahresringe des Holzkörpers zeigen sich an der kranken Stelle häufig von wechselnder Dicke und im Allgemeinen sehr entwickelt, bisweilen aber auch stellenweise ganz ausgesetzt; dafür findet dann eine reichlichere Bildung von secundärer Rinde statt. So lange noch die Rinde den kranken Holzkörper deckt, behält derselbe auch die Consistenz des festen Holzes, das sehr unregelmäßigen Maserverlauf zeigt. Ist aber der Rindenkörper einmal entfernt, vermorscht das Holz sehr schnell und zwar nicht blos an der kranken Stelle, sondern auch fußweit in die gesund gewesene Umgebung hinein, wodurch der Stamm außerordentlich leicht brüchig wird und starken Stürmen nicht mehr widerstehen kann.

Der anatomische Befund lehrt, daß an der kranken Stelle die Bastelemente auffallend spärlich entwickelt sind und kleine, leicht zu übersehende Gruppen in dem massig ausgebildeten Rindenparenchym darstellen. Das Parenchym nun zeigt sich von Mycelfäden reichlich durchwuchert, die selbst bis in das Cambium und den Holzkörper hineingehen; dieselben bleiben nicht allein zwischen den Zellen, sondern holen auch ihre Nahrung aus dem Innern der Zellen heraus.

Dies geschieht vermöge ihrer Saugorgane (Haustorien), welche im Rinden-

---

[1]) de Bary: Ueber den Krebs und die Hexenbesen der Weißtanne. Bot. Zeit. 1867, S. 257.

parenchym als verzweigte, keulige, bisweilen knäuelartig gewundene, im Weichbaste, sowie in den Markstrahlen und der Cambiumschicht oft als kürzere Aestchen auftreten.

Das Mycel gehört zu dem Aecidium elatinum, welches auf den Blättern und jungen Zweigen seine Spermogonien und zahlreichen Becherfrüchte entwickelt und welches die eigentliche Ursache der Entwicklung büschelförmig zusammenstehender, zahlreicher, kurzer Zweige der Tanne ist, die wir mit dem Namen Hexenbesen bezeichnen. Jeder Hexenbesen tritt aus einer, oft sehr kleinen krebsartigen Geschwulst hervor. In solcher Geschwulst perennirt das Mycel oft über 50 Jahre, und gelangt dasselbe in eine junge Knospe, so wird diese durch den Reiz, den der Pilz ausübt, zum Austreiben und zur krankhaften Zweigbildung angeregt, wodurch alsbald ein neuer Hexenbesen entsteht. Bisweilen brechen an solchen, schon mehrere Jahre alten Krebsstellen unentfaltet gebliebene oder vielleicht auch neu angelegte Knospen hervor und entwickeln sich zu frischen Hexenbesen, deren Triebe durch ihre kürzeren, fleischigeren, nur einjährigen Nadeln sich auszeichnen. Kommt der Winter, so sind die Nadeln bereits gelblich und fallen bald ab. Nach wenigen Jahren stirbt auch der ganze Hexenbesen ab. Die Ursache der gestaltlichen Veränderung und des frühen Abfallens der Nadeln ist ohne Zweifel das Mycelium des Pilzes, welches schon in dem Winter, der der Entfaltung der jungen Nadeln vorausgeht, in denselben zu finden ist und sich nach der Entfaltung in dem wesentlich vom normalen Zustande abweichenden Parenchym zur Fruchtbildung anschickt.

Zwischen den Epidermiszellen und der dieselben überziehenden Cuticula der Blattoberseite treten dann die Mycelfäden zunächst zur Spermogonienbildung zusammen. Die kegelförmigen Spermogonien treiben die sich ausdehnende Cuticula auf und durchbohren dieselbe endlich mit ihren Spitzen, um den kleinen, rundlichen, farblosen Spermatien einen Ausgang zu verschaffen. Viel tiefer in das Gewebe der Nadel eingesenkt finden sich die Aecidiumbecherchen, welche anfangs von zwei unter der Oberhaut liegenden Parenchymzellschichten gedeckt sind und bei der Reife als blaß orangerothe Polster zu beiden Seiten des Mittelnervs auf der Unterseite der Nadel hervorbrechen. Die einzelnen Sporen sind meist oval, mit einem warzigen Epispor und plasmatischem, durch orangerothe Tröpfchen gefärbten Inhalte. Sie keimen nicht schwierig mit 1—2 Keimschläuchen und dienen jedenfalls zur Verbreitung der Krankheit. Auf welche Weise dies aber geschieht, ist bis jetzt unbekannt, da de Bary gefunden, daß die Keimschläuche nicht in die Tanne eindringen. Diese Beobachtung weist darauf hin, daß dieses Aecidium zunächst eine andere Nährpflanze braucht, auf welcher es wahrscheinlich seine Uredo- und Teleutosporenform entwickeln wird.

Die Entfernung der Hexenbesen sammt den angeschwollenen Stammstellen bleibt bis zur Erkenntniß der Teleutosporenform das einzig rathsame Mittel.

Unter den die Coniferen bewohnenden Aecidien ist das Aec. coruscans bereits genannt. Aec. strobilinum (Alb. et Schw.) Wtr. und Aec. conorum Piceae Reess auf Zapfenschuppen der Fichte sind nur von geringer Bedeutung. Außerdem zu nennen sind

Aecidium.

Aecidium Convallariae (Schum.) Wtr. (Caeoma Polygonatum Lk.) auf verschiedenen Arten von Convallaria, auf Streptopus amplexifolius, Paris quadrifolia und Majanthemum bifolium DC. A. lobatum Kke. auf Euphorbia Cyparissias, welche durch diesen Rost ebenso verändert wird, wie durch das zu Uromyces Pisi gehörige Aecidium. Winter (a. a. O. S. 261) giebt außerdem noch ein ohne Teleutosporen bekanntes Aec. Euphorbiae Gmel. an auf Euphorbia dulcis, verrucosa Lam. Gerardiana Jaqu, Esula, lucida W. K. und virgata W. K. A. Periclymeni (Schum.) Wtr. auf Lonicera Periclymenum, Xylosteum, nigra, coerulea u. A. A. Ranunculacearum DC. umfaßt vorläufig alle auf Ranunculus reptans, Lingua, auricomus K., cassubicus u. A. vorkommenden Aecidien, zu denen Teleutosporen noch nicht nachgewiesen worden sind. A. Clematidis DC. auf Clematis recta, Vitalba, Viticella (vergl. Notiz bei Melampsora populina). A. Compositarum Mart. enthält vorläufig alle Aecidienformen auf Petasites, Bellis, Doronicum, Aposeris und Lactuca Scariola, für welche Wintersporenformen noch nicht bekannt sind.

A. nitens (Caeoma luminatum Schw.) ist wohl die schönste Uredinee der östlichen Ver. Staaten, wo sie ungemein verbreitet auf mehreren wilden Rubus-Arten ist. Die zahlreichen Spermogonien bedecken das Blatt auf beiden Seiten und den Blattstiel in Form grünlich gelber Drüsen. Die jüngeren Schossen werden durch den Pilz deformirt, indem sie länger und schlanker und blasser als gewöhnlich werden; die Blätter bleiben klein und unausgebreitet. Beziehungen zu einer Teleutosporenform sind bisher nicht gefunden.

Anhangsweise sei hier des Kaffeeblattpilzes, Hemileia vastatrix gedacht, der die Kaffeeplantagen in Ceylon, Sumatra und Java heimsucht und der jetzt zu den Rostarten gerechnet wird.

## 8. Hymenomycetes.

Die Familie der Hutpilze zeichnet sich dadurch aus, daß die Sporen tragenden Fäden in dichter Anordnung bei einander stehen und eine zusammenhängende, den oft massig entwickelten Fruchtkörper gleichmäßig überziehende Haut (Fruchtschicht, Hymenium) bilden. Das Mycel erscheint bald fädig, bald aber auch in der Form von Häuten oder Strängen, die die meist langlebigen Individuen bei ungünstigen Standorts- oder Witterungsverhältnissen lebendig erhalten. Vielfach ist auch hier die Knollenform des Mycels, das Sclerotium, vertreten, aus welchem sich bei normalem Verlauf die Fruchtkörper erheben. Die das Hymenium bildenden, pallisadenartig dicht gestellten Fäden (Basidien) sind die büschelig verzweigten Endäste der Hyphen, welche den Fruchtkörper zusammensetzen. Auf den Basidien, die als Sporenmutterzellen anzusehen sind, stehen 2—4 Sporen auf feinen, fädigen Ausstülpungen, den Sterigmen. Zwischen den sporentragenden Basidien eingestreut liegen unfruchtbar gebliebene Schläuche, Paraphysen, und (bei Agaricinen und Poly-

poreen) meist über die Hymenialfläche hervortretend, einzelne keulen- oder blasenförmige, bisweilen auch haarartig ausgezogene Zellen, die Cystiden, über deren Funktionen noch Dunkel herrscht und die vielleicht nur Gebilde sind, welche den Haaren phanerogamer Pflanzen entsprechen.

Die außerordentlich formenreiche Familie der Hutpilze gliedert sich nach Bau und Beschaffenheit des Fruchtkörpers in mehrere Unterfamilien:

### a) *Tremellineae* (Gallertpilze).

Die verschieden gestalteten Fruchtkörper sind durch Aufquellen der Zellwandungen meist gänzlich, mindestens aber in ihrer Hymenialschicht gallertartig und tragen an ihrer Oberfläche das Hymenium. Durch die Ausbildung ihrer Basidien, die bald einfach, bald aber auch 2 bis 4spaltig sind und an oft sehr lang gestreckten Sterigmen die Sporen tragen, erinnern sie deutlich an die Uredineen, namentlich an die Gattung Chrysomyxa, die als Uebergangsglied zu den Hutpilzen zu betrachten ist.[1]) Es entspricht das (oft sehr lange, bei Tremella mesenterica sogar bisweilen promyceliumartig-schlauchförmige) Sterigma der Tremellineen dem Promycelium der Rostpilze.

Wir haben vorläufig in dieser Unterfamilie noch keine Parasiten erwähnt gefunden, zweifeln aber nicht, daß sich Arten finden werden, welche dieselbe Form von Parasitismus zeigen, den wir bei den meisten anderen parasitären Hutpilzen wahrnehmen.

### b) *Clavariei.*

In der Form durch einzelne Gattungen (Calocera) der vorigen Unterfamilie sich anschließend, aber, wie alle folgenden Geschlechter nicht mehr gallertartig, erhebt sich der Fruchtkörper zu senkrecht aufsteigenden, cylindrischen, kegeligen oder keulenförmigen, einfach oder meist verzweigten, fleischigen Gebilden. Die Zweige sind entweder stielrund oder auch zusammengedrückt und selbst blattartig breit und kraus. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des Fruchtkörpers gleichmäßig.

### c) *Telephorei.*

Der lederartige, korkige oder wachsartige, aber selten fleischige Fruchtkörper ist meist horizontal ausgebreitet, häufig halbrosettenförmig. Das Hymenium überzieht die glatte (nur ausnahmsweise borstige) Oberfläche des Fruchtkörpers.

### d) *Hydnei.*

Das Hymenium überkleidet hier stachelige, kammartige oder warzige Vorsprünge des bald hutförmigen, bald anders gestalteten Fruchtträgers.

---

[1]) Tulasne: Annal. d. sciences nat. 3 Ser. t. VII und XIX, 4 Ser. t. II. Brefeld: Bot. Untersuchungen über Schimmelpilze. III. 1877, S. 187. de Bary: Bot. Zeit. 1879, Nr. 52.

Unter den die Coniferen bewohnenden Aecidien ist das Aec. coruscans bereits genannt. Aec. strobilinum (Alb. et Schw.) Wtr. und Aec. conorum Piceae Reess auf Zapfenschuppen der Fichte sind nur von geringer Bedeutung. Außerdem zu nennen sind

Aecidium.

Aecidium Convallariae (Schum.) Wtr. (Caeoma Polygonatum Lk.) auf verschiedenen Arten von Convallaria, auf Streptopus amplexifolius, Paris quadrifolia und Majanthemum bifolium DC. A. lobatum Kke. auf Euphorbia Cyparissias, welche durch diesen Rost ebenso verändert wird, wie durch das zu Uromyces Pisi gehörige Aecidium. Winter (a. a. O. S. 261) giebt außerdem noch ein ohne Teleutosporen bekanntes Aec. Euphorbiae Gmel. an auf Euphorbia dulcis, verrucosa Lam. Gerardiana Jaqu., Esula, lucida W. K. und virgata W. K. A. Periclymeni (Schum.) Wtr. auf Lonicera Periclymenum, Xylosteum, nigra, coerulea u. A. A. Ranunculacearum DC. umfaßt vorläufig alle auf Ranunculus reptans, Lingua, auricomus K., cassubicus u. A. vorkommenden Aecidien, zu denen Teleutosporen noch nicht nachgewiesen worden sind. A. Clematidis DC. auf Clematis recta, Vitalba, Viticella (vergl. Notiz bei Melampsora populina). A. Compositarum Mart. enthält vorläufig alle Aecidienformen auf Petasites, Bellis, Doronicum, Aposeris und Lactuca Scariola, für welche Wintersporenformen noch nicht bekannt sind.

A. nitens (Caeoma luminatum Schw.) ist wohl die schönste Uredinee der östlichen Ver. Staaten, wo sie ungemein verbreitet auf mehreren wilden Rubus-Arten ist. Die zahlreichen Spermogonien bedecken das Blatt auf beiden Seiten und den Blattstiel in Form grünlich gelber Drüsen. Die jüngeren Schossen werden durch den Pilz deformirt, indem sie länger und schlanker und blasser als gewöhnlich werden; die Blätter bleiben klein und unausgebreitet. Beziehungen zu einer Teleutosporenform sind bisher nicht gefunden.

Anhangsweise sei hier des Kaffeeblattpilzes, Hemileia vastatrix gedacht, der die Kaffeeplantagen in Ceylon, Sumatra und Java heimsucht und der jetzt zu den Rostarten gerechnet wird.

## 8. Hymenomycetes.

Die Familie der Hutpilze zeichnet sich dadurch aus, daß die Sporen tragenden Fäden in dichter Anordnung bei einander stehen und eine zusammenhängende, den oft massig entwickelten Fruchtkörper gleichmäßig überziehende Haut (Fruchtschicht, Hymenium) bilden. Das Mycel erscheint bald fädig, bald aber auch in der Form von Häuten oder Strängen, die die meist langlebigen Individuen bei ungünstigen Standorts- oder Witterungsverhältnissen lebendig erhalten. Vielfach ist auch hier die Knollenform des Mycels, das Sclerotium, vertreten, aus welchem sich bei normalem Verlauf die Fruchtkörper erheben. Die das Hymenium bildenden, pallisadenartig dicht gestellten Fäden (Basidien) sind die büschelig verzweigten Endäste der Hyphen, welche den Fruchtkörper zusammensetzen. Auf den Basidien, die als Sporenmutterzellen anzusehen sind, stehen 2—4 Sporen auf feinen, fädigen Ausstülpungen, den Sterigmen. Zwischen den sporentragenden Basidien eingestreut liegen unfruchtbar gebliebene Schläuche, Paraphysen, und (bei Agaricinen und Poly-

poreen) meist über die Hymenialfläche hervortretend, einzelne keulen- oder blasenförmige, bisweilen auch haarartig ausgezogene Zellen, die Cystiden, über deren Funktionen noch Dunkel herrscht und die vielleicht nur Gebilde sind, welche den Haaren phanerogamer Pflanzen entsprechen.

Die außerordentlich formenreiche Familie der Hutpilze gliedert sich nach Bau und Beschaffenheit des Fruchtkörpers in mehrere Unterfamilien:

### *a) Tremellineae* (Gallertpilze).

Die verschieden gestalteten Fruchtkörper sind durch Aufquellen der Zellwandungen meist gänzlich, mindestens aber in ihrer Hymenialschicht gallertartig und tragen an ihrer Oberfläche das Hymenium. Durch die Ausbildung ihrer Basidien, die bald einfach, bald aber auch 2 bis 4spaltig sind und an oft sehr lang gestreckten Sterigmen die Sporen tragen, erinnern sie deutlich an die Uredineen, namentlich an die Gattung Chrysomyxa, die als Uebergangsglied zu den Hutpilzen zu betrachten ist.[1]) Es entspricht das (oft sehr lange, bei Tremella mesenterica sogar bisweilen promyceliumartig-schlauchförmige) Sterigma der Tremellineen dem Promycelium der Rostpilze.

Wir haben vorläufig in dieser Unterfamilie noch keine Parasiten erwähnt gefunden, zweifeln aber nicht, daß sich Arten finden werden, welche dieselbe Form von Parasitismus zeigen, den wir bei den meisten anderen parasitären Hutpilzen wahrnehmen.

### *b) Clavariei.*

In der Form durch einzelne Gattungen (Calocera) der vorigen Unterfamilie sich anschließend, aber, wie alle folgenden Geschlechter nicht mehr gallertartig, erhebt sich der Fruchtkörper zu senkrecht aufsteigenden, cylindrischen, kegeligen oder keulenförmigen, einfach oder meist verzweigten, fleischigen Gebilden. Die Zweige sind entweder stielrund oder auch zusammengedrückt und selbst blattartig breit und kraus. Das Hymenium überzieht die glatte Oberfläche des Fruchtkörpers gleichmäßig.

### *c) Telephorei.*

Der lederartige, korkige oder wachsartige, aber selten fleischige Fruchtkörper ist meist horizontal ausgebreitet, häufig halbrosettenförmig. Das Hymenium überzieht die glatte (nur ausnahmsweise borstige) Oberfläche des Fruchtkörpers.

### *d) Hydnei.*

Das Hymenium überkleidet hier stachelige, kammartige oder warzige Vorsprünge des bald hutförmigen, bald anders gestalteten Fruchtträgers.

---

[1]) Tulasne: Annal. d. sciences nat. 3 Ser. t. VII und XIX, 4 Ser. t. II. Brefeld: Bot. Untersuchungen über Schimmelpilze. III. 1877, S. 187. de Bary: Bot. Zeit. 1879, Nr. 52.

### e) *Polyporei.*

Das Hymenium ist über Vorsprünge des Fruchtkörpers ausgebreitet, welche die Gestalt freier oder mit einander verwachsener Röhren oder röhrenartiger Falten haben. Der Fruchtkörper, der bald die Form eines Hutes oder halben Hutes, bald auch nur die eines flachen Lagers besitzt, erscheint daher mit löcheriger Fruchtschicht.

### f) *Agaricini.*

Der Fruchtkörper zeigt in seiner Gestalt dieselben Variationen, wie bei der vorigen Unterfamilie. Die vom Hymenium überzogenen Vorsprünge sind strahlig gestellte, dünne, einfache oder verzweigte Streifen (Lamellen). Die Fruchtschicht erscheint daher blätterig.

Den reinsten Parasitismus finden wir bei Gattungen aus der Familie der Telephorei, zu der die Gattung Exobasidium gerechnet wird. Die verbreitetste Krankheit ist

### die Schwammkrankheit der Heidel- und Preißelbeere,

hervorgerufen durch Exobasidium Vaccinii Wor. Nach Woronin[1]) befällt die Krankheit Blätter, Stengel und Blüthen und zwar um so häufiger, je feuchter der Boden ist. Die erkrankten Stellen schwellen ganz bedeutend an und dehnen sich häufig auf das ganze Blatt aus, welches auf der Oberseite leuchtend carminroth wird, anfangs seine glatte, glänzende Oberfläche behält, später aber unterseits mit einem glanzlosen, weißen oder gelblichen Ueberzuge bedeckt erscheint. Endlich treten auf der Oberfläche der degenerirten Organe dunkelgelbe oder braune Flecke auf, womit eine gänzliche Verschrumpfung beginnt und der Tod eingeleitet wird.

Einen wirklich wirthschaftlich schädigenden Einfluß des Pilzes konnte Sabebeck[2]) bei Vaccin. Myrtillus in der Nähe von Harburg constatiren. Die erkrankten Blätter hatten die 3—4fache Größe der normalen erreicht, waren nicht fleischig, oberseits auffallend gelblich, unterseits, mit einem weißen Reif überzogen. Das von den bisherigen Beobachtungen Abweichende ist, daß S. nicht nur jedes Blatt eines Pflänzchens, sondern fast sämmtliche Pflänzchen auf einem 2—3 m breiten und 600 m langen Waldstreifen erkrankt sah. Durch die Erkrankung ist die Blüthen- und Fruchtentwicklung unterdrückt.

Im krankhaft veränderten Blatte sieht man zwischen den weiten, farblosen Parenchymzellen und stellenweise sogar innerhalb derselben ein Mycel aus sehr feinen, ungefärbten Fäden, die verzweigt und mit Querwänden versehen sind und sich um so üppiger entwickeln, je näher sie der Epidermis liegen. Von den Mycelfäden erheben sich dicke, keulenförmige, mit farblosem Plasma erfüllte Zweige, die bis zur Cuticula gelangen, dieselbe allmählich in die Höhe heben und endlich unregelmäßig zerreißen.

Diese Aeste bilden die Fruchtschicht, das Hymenium, und sind als die Sporen bildenden Basidien aufzufassen. An ihrer Spitze nämlich erscheinen 4—5 pfriemenförmige, sehr kurze, feine Zweige (Sterigmen), deren angeschwollenes, freies Ende zur Spore wird.

Die reifen Sporen sind spindelförmig, an beiden Enden zugespitzt, bisweilen oben abgerundet und dabei mit einem leichten, einseitigen Kniegelenke versehen. Ihre farblose Membran zeigt keine Cellulosereaktion; sie sind ursprünglich 1—2fächerig, werden aber

---

[1]) Naturf. Gesellsch. z. Freiburg. Bd. IV. Heft IV. 1867.

[2]) Bot. Centralbl. 1886, Bd. XXV Nr. 9 S. 289.

bei der Keimung 3—5fächerig und auf diese Weise der Fadenpilzgattung Fusidium ähnlich. Die Keimung erfolgt in kurzer Zeit, und dabei schnüren sich die Keimschläuche entweder als einzellige Gebilde oder nachdem sie sich zu verzweigten, gegliederten Fäden entwickelt haben, ab. Derartige Sprossungen wiederholen sich nun mehrere Generationen hindurch. Auf die allerjüngsten gesunden Blätter ausgesäet, treibt die Mehrzahl der Sporen schon nach 24 Stunden Keimschläuche, die sich aber nicht abgliedern, sondern in das Blattinnere und zwar vorzugsweise auf der Unterseite durch die feste Zellwand oder durch die Spaltöffnungen einwandern. Acht bis zehn Tage nach der Infection ist das besäete Blatt bereits angeschwollen und nach 14 Tagen erscheinen schon die neuen Sporen.

Nach der beschriebenen Sporenbildung wird das Exobasidium von Woronin zu den Hymenomyceten gerechnet.[1]) Während die übrigen Gattungen aber bestimmt ausgebildete Fruchtträger haben, wie z. B. bei den Hutpilzen die Hüte es sind, die auf der Unterseite die Fruchtschicht entwickeln, entspringt hier die Fruchtschicht direkt aus dem Mycel, ein Fall, der sich auch bei einer Schlauchpilzgattung (Exoascus) wiederholt.

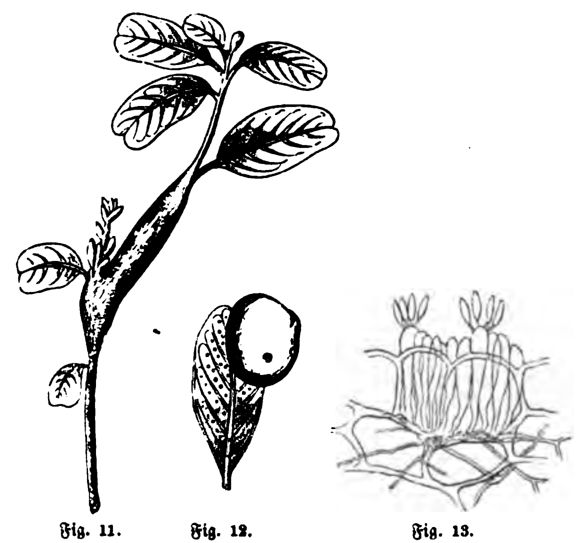


Fig. 11. Fig. 12. Fig. 13.
Exobasidium Vaccinii.

In den beistehenden, von Winter entlehnten, nach Woronins Zeichnungen gefertigten Holzschnitten zeigt Fig. 11 einen vom Pilz befallenen Vaccinium-Zweig, Fig. 12 ein Blatt, dessen erkrankte Stelle stark kugelig-blasig aufgetrieben ist. Fig. 13 ist ein stark vergrößertes Stück der als weißlich-puderiger Ueberzug erscheinenden Hymenialfläche mit den auf feinen Sterigmen stehenden Basidiosporen.

Exobasidium Vaccinii kommt nicht blos auf Vaccinium Vitis Idaea, uliginosum und Myrtillus, sondern auch auf den Stengeln und Blättern von Andromeda, Arctostaphylos und Ledum vor. Als E. Vacc. f. Rhododendri Fckl.

---

[1]) Karsten dagegen hält die bisher bekannte Sporenbildung für einen Conidienzustand, der die erste Entwicklungsstufe eines zusammengesetzteren Pilzes darstellt. (Siehe Hallier's Zeitschrift für Parasitenkunde 1869, S. 67.)

erwähnt Fuckel eine Form des Schmarotzers auf Rhododendr onferrugineum, dessen Blätter halbkugelige oder kugelige, fleischige, anfangs hellgelbe, glatte, dann weißgepuderte, schließlich wieder glatte Geschwülste mit hochgerötheten Backen und vom Ansehen eines Gallapfels tragen.[1]) Diese durch den Pilz verursachten Auswüchse führen in der Schweiz den Namen „Säftäpfel". Auf Vacc. Oxycoccos beobachtete Rostrup[2]) eine Erkrankung in Dänemark, bei der alle Triebe matt fleischfarbig, geschwollen und gedreht erschienen. Rostrup trennt den Parasiten als Exob. Oxycocci von der vorigen Art ab. An Laurus canariensis sollen auf den canarischen Inseln an feuchten Standorten aus dem Stamme geweihartig verzweigte, wurzelähnliche Auswüchse entstehen, die man als Luftwurzeln angesehen hat. Der innere Bau ist ähnlich dem eines fleischig gewordenen Zweiges; in den Außenschichten der Rinde vegetirt ein Mycel, das auf der Oberfläche des Gebildes die Hymenialschicht ausbildet und dadurch sich als zu einem Exobasidium gehörig erweist. Geyler[3]) nannte dasselbe E. Lauri Geyl.

Ein mit dem Vorigen verwandter Parasit, Hypochnus Cucumeris Frk. veranlaßt

### das plötzliche Absterben der Gurkenpflanzen.

Nach B. Frank's[4]) Untersuchungen werden die ganz gesunden Blätter plötzlich von den Spitzen her gelb und sterben ab. Das Absterben schreitet von der Basis der Pflanze nach den Spitzen hin fort. Am Wurzelhalse und einige Centimeter über demselben findet sich eine faserige, graue oder bräunlichgraue Mycelhaut, die auf ihren älteren Theilen an der ganzen Außenfläche sich schließlich mit einer Hymenialschicht überzieht. Das Hymenium besteht aus länglichen Basidien, die auf den 4 feinen Sterigmen je eine einzellige, ovale, farblose Spore abschnüren, die nach 24 Stunden mit einem gewöhnlichen Keimschlauche auskeimt. Obgleich sich das Mycel von dem größten Theil der Gurkenpflanze leicht abziehen läßt und die Pflanzentheile unter dem Gewebe gesund erscheinen, so findet man doch eine Stelle an der Basis der Pflanze, an welcher die Pilzfäden eingedrungen sind und das Gewebe breiig erweicht erscheint. Auf Unkräutern, die zwischen den erkrankten Gurken standen, war der Pilz nicht anzutreffen, so daß derselbe wohl als Parasit der Gurken angesehen werden darf, falls nicht etwa eine Bacteriosis dabei im Spiele ist, durch welche die Erweichung des Gewebes eingeleitet wird.

## Baumschwämme.

Wir fassen mit diesem Namen diejenigen Hymenomyceten zusammen, welche meist durch einen in die Augen springenden, in größerer Massenausdehnung sich zeigenden Fruchtkörper ausgezeichnet sind. Der Fruchtkörper, der bald in Gestalt eines Hutes, bald in Consolenform oder in noch andern Gestalten aus den Wundstellen oder auch aus der unverletzten Rinde der Bäume hervorbricht, wird vom Volksmunde als „Baumschwamm" bezeichnet und in der Regel nicht für einen Parasiten gehalten. Man meint vielmehr, daß die Pilze sich erst ansiedeln, nachdem die Bäume schon in anderer Weise krank geworden sind.

---

[1]) Fuckel: Symbolae mycologicae. Nachtrag 2. 1873, S. 7.

[2]) Rostrup: Om nogle af Snylteswampe foraarsagede Misdannelser hos Blomsterplanter. Botanisk Tidskrift 14de Binds, 4de Hefte 1885.

[3]) Bot. Zeit. 1874 Nr. 21.

[4]) B. Frank: Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. Berichte der deutsch. bot. Ges. 1883, S. 62.

Diese Auffassung ist durch die Untersuchungen von R. Hartig[1]) erschüttert worden, indem die parasitäre Natur einzelner Hymenomyceten nachgewiesen worden ist. Andrerseits indeß ist zu betonen, daß wir bei den sog. Baumschwämmen nicht jenem strengen, obligatorischen Parasitismus begegnen, durch welchen ein Pilz die Pflanze unter allen Umständen anzugreifen im Stande ist. Vielmehr sehen wir oft, daß eine Infection des Stammes nur von einer Wundstelle aus erfolgen kann. Eine Wundstelle zeigt aber das Pflanzengewebe nie im normalen, gesunden Zustande und solche Pilze, welche nur auf Gewebeflächen sich ansiedeln, die ihres natürlichen Schutzes beraubt, und mehr oder weniger krankhaft verändertes Gewebe besitzen, sind möglichst scharf von den obligaten Parasiten zu trennen. Ich möchte diese Parasiten, welche zu ihrer Ansiedlung meist krankhaft veränderte Gewebe, namentlich Wundstellen brauchen, als „Wundparasiten" bezeichnen, die zum Theil selbst zeitweise saprophytisch leben und unmerklich zu den Saprophyten hinüberführen. Hier werden wir bei der Bekämpfung der Krankheiten in erster Linie uns gegen den Mutterboden der Pilze zu wenden haben und bestrebt sein, bei diesen die Gelegenheit, günstige Ansiedlungsstellen zu finden, möglichst zu vermeiden. Diese Gelegenheitsursachen sind nicht immer Wunden, sondern, wie durch die Poleck'schen Untersuchungen über den Hausschwamm nahe gelegt worden, sind es auch bestimmte, ganz normale Entwicklungsphasen. Poleck[2]) fand bei seinen Aussaatversuchen, daß die Sporen des Hausschwamms (Merulius lacrymans Fr.) nur keimten und das Kiefernholz angriffen, welches im April gefällt war, während auf dem entsprechenden Stücke einer im Dezember gefällten Kiefer die Sporen nicht zur Keimung kamen. Selbst die spättreibende Kiefer ist im April nicht mehr im Winterzustande[3]) und repräsentirt eine andere, stoffliche Zusammensetzung, als im Winter. R. Hartig[4]), der zwar keinen Unterschied zwischen dem im Juni und dem im Dezember geschlagenen Holze betreffs seiner Zerstörbarkeit durch den Hausschwamm erkennen konnte, fand doch auch, daß bei künstlichen Kulturen die Sporen erst keimten, wenn zur Fruchtsaftgelatine Urin oder kohlensaures, resp. phosphorsaures Ammoniak zugesetzt wurde. „Aehnlich verhielt sich kohlensaures Kali." Wie der Hausschwamm werden sich sicherlich andere Holzbewohner auch verhalten.

Es ist wichtig, einen Einblick in die Unterschiede zu erlangen, welche die beiden mit Merulius besäeten Holzstücke darboten und wir geben deshalb die Poleck'schen Analysen wieder.[5])

---

[1]) R. Hartig: Die Zersetzungserscheinungen des Holzes der Nadelhölzer und der Eiche. Berlin, Springer 1878.

[2]) Poleck: Der Hausschwamm, seine Entwicklung und seine Bekämpfung. Breslau, Max Müller, 1885.

[3]) Vergl. Bot. Zeit. 1885, S. 574.

[4]) Bot. Centralbl. 1885, Nr. 31 und 32, S. 126.

[5]) Poleck a. a. O., S. 22.

Gesundes Holz der Kiefer.

| | A. Im Winter geschlagen | B. Ende April geschlagen |
|---|---|---|
| Aschenprozente der bei 110° getrockneter Substanz | 0,19 % | 0,22 % |
| In Wasser lösliche Bestandtheile der Asche | 7,89 % | 24,08 % |
| In 100 Theilen Reinasche sind enthalten: | | |
| Chlorkalium | — | — |
| Chlornatrium | 0,14 | 0,11 |
| Kaliumsulfat | 5,97 | 6,07 |
| Natriumsulfat | 0,59 | — |
| Kaliumcarbonat | — | 15,56 |
| Natriumcarbonat | — | 2,34 |
| Kaliumsilicat | — | — |
| Kaliumphosphat | — | — |
| Calciumphosphat | 1,19 | 9,53 |
| Eisenphosphat | — | — |
| Calciumcarbonat | 73,28 | 47,07 |
| Magnesiumcarbonat | 11,61 | 8,50 |
| Eisenoxyd | 3,50 | 6,31 |
| Kieselsäure | 3,06 | 3,46 |
| Manganoxydulоxyd | 0,64 | 1,02 |
| Gehalt an Kalium | 2,67 | 11,57 |
| „ „ Phosphorsäure | 0,76 | 5,85 |

Vergleichen wir damit das Ergebniß der Analysen des Hausschwammes, so findet sich in der vorliegenden Poleck'schen Untersuchung, daß der Gehalt des Pilzes an mineralischen Bestandtheilen etwa 50mal größer ist, als jener des Winterholzes und 44mal bedeutender als jener des im April gefällten Holzes. Die Unterschiede werden aber noch auffallender bei Vergleich der beiden Hauptnährbestandtheile, des Kaliums und der Phosphorsäure. Bei gleichen Gewichten des Merulius und des gesunden Kieferuholzes enthält der Erstere 3200mal mehr Phosphorsäure als das Winterholz und 248mal mehr als das Sommerholz, während der Kaliumgehalt in beiden Fällen sich wie 900 : 180 stellt.

Wenn wir auch den absoluten Zahlen keinen Werth beizumessen brauchen, da große individuelle Schwankungen sicherlich statthaben, so können wir doch die Verhältnisse der einzelnen Zahlen zu einander als feste, sich überall annähernd wiederfindende betrachten. Daraus ersehen wir, welche enormen Ansprüche der Pilz [1]) an die wichtigsten Pflanzennährstoffe macht und wie abhängig die In-

[1]) Das große Bedürfniß an Kali und Phosphorsäure, das aus dem hohen Aschengehalt hervorgeht, bezieht sich nicht blos auf den Hausschwamm, sondern auf alle Pilze, denen dagegen einzelne Bestandtheile aus der Asche phanerogamer Pflanzen, wie Kiesel-

tensität seiner Entwicklung von dem Reichthum der Nährpflanze an diesen Nährsubstanzen und an Stickstoff sein muß, was auch aus Hartig's Angaben hervorgeht. Der Aschengehalt der bei 110° getrockneten Substanz betrug für das sterile Hausschwammmycel 6,33 % und für das Sporenlager sogar 9,66 %, während er bei Winterholz der Kiefer nur 0,19 und bei Aprilholz 0,22 % ausmachte. Dieser große Mineralstoffbedarf des Pilzes wird sich natürlich um so leichter befriedigen lassen, je löslicher die Mineralsalze im Holze vorhanden sind und in dieser Beziehung sieht man, daß das Aprilholz 3mal mehr lösliche Aschenbestandtheile besitzt, als das Winterholz, also viel geeigneter zur Pilzernährung ist. Daraus erklärt sich mit die leichte Erkrankungsfähigkeit des im Sommer geschlagenen Bauholzes.

Bei der Betrachtung der Einzelfälle haben wir uns fast ausschließlich an R. Hartig's Untersuchungen zu halten.[1]) Parasiten aus der Unterfamilie der

### Thelephorei

bietet die Gattung Corticium, zu welcher der vorerwähnte Hypochnus der Gurkenkrankheit als Untergattung gerechnet wird. Rostrup[2]) erwähnt Corticium comedens Fr. (Telephora decorticans Pers.) als Erlen- und Eichenfeind. Bisher ist dieser bekannte Schwamm, der fleischfarbige, die Rinde endlich absprengende, schorfartig-flache, im trockenen Zustande rissige Lager bildet, als secundäre Erscheinung auf den von Agaricus melleus angegriffenen Erlen u. dgl. aufgefaßt worden. Rostrup glaubt, daß dieser Pilz auch auf noch nicht anderweitig erkrankten Stämmen von Erlen und Eichen in geschlossenem, unterdrücktem Stande als selbständiger Parasit wirken kann.

Als Schmarotzer wird ferner ein Vertreter der Gattung Stereum angetroffen. Während bei Corticium das Hymenium unmittelbar aus dem krustenförmig ausgebreiteten, faserigen, fleischigen oder korkartigen Mycellager entspringt, ist bei Stereum das Fruchtlager durch eine faserige Zwischenschicht von dem sterilen Theile getrennt. Der Pilz ist lederartig, entweder noch in Form eines flachen Lagers aufgewachsen oder schon consolenartig, etwa in Gestalt eines halbirten Hutes ausgebildet. Stereum hirsutum Pers. (Telephora hirsuta Willd) ist von Hartig als Eichenzerstörer bezeichnet worden. Der Pilz verursacht eine Zersetzung, die als „gelb- oder weißpfeifiges Holz" in der forstlichen Praxis bezeichnet wird. Das Holz bräunt sich und dann entstehen reinweiße oder gelbliche, längsverlaufende Streifen, die im Querschnitt als weiße Punkte auftreten (Fliegenholz). Bei reichlicher Luftzufuhr, wie solche zum Splintholz oder zu Aststutzen möglich ist, wird oft die ganze Holzmasse gleichmäßig gelb. Innerhalb der weißen Stellen werden die Holzzellen in Cellulose verwandelt und durch Verschwinden der Mittellamelle isolirt; in den gelb erscheinenden Parthien geht die Auflösung der Zellen von innen

---

säure, Natron, Chlor ganz fehlen können; andere (z. B. Eisen) brauchen nur in geringen Mengen vorhanden zu sein. Vergl. Cugini: Sulla alimentazione delle piante cellulari und Cailletet: Sur la nature des substances minérales assimilées par les Champignons. Cit. Bot. Jahresber. f. 1876, S. 113. 114.

[1]) R. Hartig: Wichtige Krankheiten der Waldbäume. Berlin, Springer, 1874. — Die Zersetzungserscheinungen des Holzes. Berlin 1878. — Lehrbuch der Baumkrankheiten. Berlin, Springer, 1882.

[2]) Rostrup: Fortsatte Undersogelser etc. Kjobenhavn 1883, S. 245.

heraus ohne Umwandlung der Wand in Cellulose vor sich. Der lederartig-steife Fruchtkörper ist meist blaßbraun, etwas gezackt mit gelblichem Rande und steif rauhhaarig.

Der auch auf andern Laubhölzern vorkommende Pilz dürfte meistentheils saprophytisch auf schon absterbendem Holze sich ansiedeln.

Die Gattung Telephora zeigt den Schwammkörper in gänzlich gleichmäßig lederartiger Beschaffenheit; die Hymenialfläche ist vollkommen glatt. Während die bisher bekannten Arten nur als Erdbewohner gefunden werden, hat R. Hartig eine neue Art Th. Perdix R. Htg. als Baumparasiten aufgestellt. Der Pilz kommt ebenfalls auf Eichen vor und veranlaßt eine Erkrankungsform, die als „Rebhuhnholz" bekannt ist. Es färbt sich nämlich das kranke Holz zuerst tiefbraun und dann treten weiße Flecke auf dunklem Grunde auf, die sich in weiß ausgekleidete Höhlungen umwandeln. Jede Höhlung bleibt für sich durch feste, braune Holzwände umgrenzt bis zum völligen Zerfall. Die anfangs auftretende Färbung des mycelbewohnten Holzes hat die Veranlassung zur Bezeichnung Rebhuhnholz gegeben. Wenn die Höhlungen sich einstellen, erlangt das Holz Aehnlichkeit mit dem von Ameisen zerfressenen, mit welchem es oft verwechselt werden soll. Durch den Einfluß des Mycels wird der Zellinhalt der parenchymatischen Organe zunächst gebräunt; die Stärkekörner verlieren vor ihrer Auflösung die Fähigkeit, durch Jod sich blau zu färben. An den weiß erscheinenden Stellen werden sämmtliche Elemente in Cellulose verwandelt und durch Auflösung der Mittellamelle leicht trennbar von einander. In der Umgebung der Höhlungen, wo die Farbe des Gewebes graugelb wird, ist der Zersetzungsprozeß ein anderer. Umwandlung in Cellulose findet vor der Lösung der Substanz nicht mehr statt. Wenn Luft und Feuchtigkeit reichlich Zutritt haben, wird der Zersetzungsprozeß complicirter, indem nun die Wundfäule auch noch hinzutritt. Die Fruchtträger, die in den Höhlungen des Holzes oder an Astwunden entstehen, sind bis 1 cm große Krusten von braungelber Farbe. Von den mit haarförmigen Verdickungen besetzten Basidien ist nur ein Theil fruchtbar, ein anderer Theil bleibt steril und verlängert sich in der nächsten Vegetationsepoche zu einem neuen Hymenium, wodurch die im Durchschnitt des Fruchtträgers bemerkbare Schichtung erklärlich wird. Die älteren Schichten färben sich tief braun. Von den erdbewohnenden Telephora-Arten ist zwar nicht als Parasit, doch aber als beachtenswerther Schädling die Telephora laciniata zu nennen, deren braune, stiellose, gehäuft stehende und mit einander verfließende, zerschlitzt gerandete Fruchtkörper an den Pflanzen sich in die Höhe schieben und dieselben im jugendlichen Alter ersticken können. Junge Fichtenpflanzen findet man auf feuchten Sandböden manchmal ganz umwachsen vom Pilzkörper und getödtet. Weniger scheinen Tannen und Kiefern zu leiden.

## Hydnei.

Als parasitär auf Eichen und Rothbuchen beschreibt R. Hartig das Hydnum diversidens Fr., dessen meist consolenförmige Fruchtkörper von gelbweißer Farbe an Wundstellen der Stämme hervorbrechen. Auch hier wachsen die Hymenialschichten in den folgenden Jahren an den Zähnen durch Verlängerung der im Vorjahre steril gebliebenen Basidien. Das mycelhaltige Holz zeigt anfangs eine röthliche Bräunung, die im Herbstholze jedes Jahresringes anhält, während das Frühjahrsholz alsbald gelb wird, so daß abwechselnd gefärbte Längsstreifen entstehen. Später wird immer mehr das Gewebe gelb und schließlich verwandelt es sich in reine, weiße Pilzmasse. Bei der Auflösung der Zellen sieht man zuerst die innerste Lamelle der Zellwandung sich in eine gallertartige Substanz verwandeln, ohne daß dabei die Cellulosereaktion einträte; später löst sich die ganze Innenwand und darauf wird auch die Außenwand resorbirt.

## Polyporei.

Von den Löcherschwämmen mag zunächst der dem Feuerschwamm nahestehende Polyporus igniarius genannt werden, der auf den meisten Laubholzbäumen und vielfach an unseren Obstbäumen vorkommt. Die durch ihn bei den Eichen bedingte Art der Zersetzung ist eine Art Weißfäule, die sich durch eine etwas gelbliche Nüance charakterisirt. Vor der Auflösung der Zellen, die von innen her beginnt, zeigt sich Cellulosereaktion.

Aehnlich dem Vorigen erzeugt auch der an Rothbuchen gern vorkommende, echte Feuerschwamm, Pol. fomentarius L. eine Weißfäule bei der Eiche. Rostrup[1]) beschreibt und bildet die Zerstörungen des ächten Feuerschwammes bei der Buche ab. Er findet als charakteristisches Merkmal das Zerklüften des Holzkörpers in radialer und tangentialer Richtung und dem entsprechend die Entstehung äußerer Furchen, sowie die Auskleidung der inneren Klüfte mit weißen Mycelhäuten. Das stark faule, mulmige Holz zerspringt leicht in parallelopipedische Stücke.

Polyporus dryadeus Fr. hat einjährige, bis 0,5 m breite, dicke, rostfarbige Hutpolster, die anfangs fleischig und später korkig werden. In Folge der Einwirkung des Mycels wird das Holz zuerst braun und zeigt dann weiße oder gelbliche Längsflecke, von denen die Ersteren sich zu Löchern mit zahlreichen weißen Fasern umwandeln. Lange bleiben zwischen den gelben und weißen Holztheilen braune, harte Parthien erhalten. Bei reichlicher Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit verwandelt sich das Holz in eine zimmetbraune, filzige Mycelmasse, die von weißen Kanälen nach allen Richtungen hin durchzogen wird. Da, wo die weißen Flecke sind, zeigt die Zellwand die Cellulosereaktion und darauf eine von außen beginnende Auflösung der Zellen, deren Stärkekörner somit zuletzt ergriffen werden. In dem gelben Theile des Holzes findet die Umwandlung in Cellulose nicht statt und erfolgt die Auflösung der Zellen von innen heraus. Manchmal gesellt sich zu diesem Schwamm noch der Vorige und dann entsteht eine Zersetzungsform des Holzes, die durch das Auftreten schneeweißer Markstrahlen auf anfänglich braunem, später gelblich-weiß werdendem Grunde charakterisirt ist.

Pol. sulphureus Fr. hat auch einjährige, aber schwefelgelbe und gruppenweise bei einander stehende, kleine Fruchtträger, die besonders am unteren Theile der alten Eichen hervortreten, während sie bei P. dryadeus nur selten und zwar in den oberen Baumtheilen gefunden werden. Durch das Mycel wird das Holz anfangs röthlich, später gelbbraun und mürbe, so daß es zwischen den Fingern zerreiblich wird. Durch die bei dem Trockenwerden rechtwinklig auf einander treffenden Sprünge zerfällt das Holz leicht in würfelförmige Stücke. Die im Holz entstehenden Hohlräume füllen sich mit gelblich-weißem Mycel, das hautartig zusammentreten oder (nach R. Hartig) sogar Körper von der Größe eines Kinderkopfes bilden kann. Die anfänglich bemerkbare Bräunung entsteht sowohl durch Verfärbung des Inhalts als der Wandung der Zellen. „Das Stärkemehl verliert scheinbar zuerst den Cellulosebestandtheil, wodurch die Granulose gleichsam auseinanderfließt." (R. H.)

Als Eichenbewohner, die ein ähnliches parasitäres Verhalten, wie die genannten Wundparasiten zeigen dürften, sind noch zu nennen der bekannte Eichenpilz Daedalea quercina und die durch ihre isolirten Röhren am zungenförmigen Fruchtkörper ausgezeichnete Fistulina hepatica Fr., der Leberpilz. Die durch ersteren Pilz verursachte Zersetzung ertheilt dem Holze eine graubraune Farbe, während bei Fistulina das

---

[1]) a. a. O. S. 238.

lange Zeit festen Zusammenhalt zeigende Holz tief rothbraune Färbung annimmt. Der auf Birken häufig vorkommende Polyporus betulinus wird von Rostrup ebenfalls als Schmarotzer angesehen.[1]) Bei todten Hölzern finden sich dieselben Zersetzungserscheinungen, wahrscheinlich auch durch die vorerwähnten Wundparasiten. Beispiele derart sah Schacht bei Eichenholz von einem Schiffe, das vom „Feuer, Trockenfäule oder Dry-rot" befallen war. Das Holz sah aus, als ob es wurmstichig wäre; so sehr war es nach allen Richtungen hin durchlöchert, ohne jedoch eine Spur Wurmmehl zu zeigen. Es fanden sich nur feine Pilzhäutchen als Auskleidung der Löcher; ebenso waren die Holzzellen nebst den Markstrahlzellen und Gefäßen großentheils mit Mycelfäden erfüllt. An einzelnen Stellen, wo die Pilzfäden noch direkt in der Wandung stecken, bemerkt man eine allmähliche Abnahme der Verdickungsschichten, welche von einer Corrosion der Wände durch die Pilzfäden begleitet ist; endlich bleibt nur noch ein ganz zartes Skelett zurück, welches, wie es scheint, erst später mit dem Mycel zugleich verschwindet. Namentlich beobachtet man das Schwinden der Gewebe in den großen Markstrahlen, von wo aus die Zerstörung durch die Pilzfäden auch die festeren Elemente ergreift.

Die nicht aufgelösten Zellen sind braun und mürbe. Auch hier bei dem Dry-rot ist die Ursache ein Löcherpilz, Polyporus hybridus; wenigstens wird dies für die Trockenfäule an Eichenholz von Berkeley[2]) angegeben, während die Zerstörung an Schiffen von Kiefernholz vom Hausschwamm herrühren soll.

Ein anderer Löcherpilz (Polyporus Xylostromatis Fuck.), dessen jugendliches Mycel in dem noch harten, dürren Holze der Eiche und Birke wabenartige Löcher verursacht, ist von Fuckel[3]) entdeckt worden. Spätere Zustände dieses Mycels bilden dünne, fest anliegende, oberseits glänzendbraune, unterseits weiße, lockere, lederartige, lappige, die Höhlungen des Holzes auskleidende Massen, die das Xylostroma Corium Rabh. darstellen. Hölzer, welche von diesem Pilze ausgehöhlt werden, bezeichnen die Arbeiter als „bienrissig"..

Bei den Nadelholzschwämmen sind nach Hartig die meisten anerkannte oberirdische Wundparasiten, „die durch Auffliegen von keimfähigen Sporen an Wundflächen (Astwunden oder Schälstellen des Wildes oder Krebsstellen u. dgl.)" angreifen. Es gehören hierher Polyp. fulvus an Weißtannen; durch ihn wird eine Art Weißfäule erzeugt, indem das Holz gelb und mürbe wird und auf schmutzig gelbem Grunde zahlreiche, weiße, feine, kurze Längsstriche aufweist. Pol. borealis veranlaßt an Fichten eine Holzzersetzung, die sich durch Auftreten horizontaler Fugen auf gelblichem Grunde, die in jedem Jahresringe in gleichen Abständen entstehen, charakterisirt. Polyp. vaporarius Fr. auf Fichte und Kiefern; der Angriff des Pilzes scheint nicht nur von oberirdischen Wundstellen aus, sondern wie R. Hartig vermuthet, wohl häufiger durch Mycelinfection an den Wurzeln stattzufinden, wobei die Zersetzungserscheinungen des Holzkörpers ähnlich denen sind, welche durch den Hausschwamm erzeugt werden. Das dunkel rothbraun werdende Holz erhält zahlreiche Risse und zerfällt dadurch in rechtwinklige Stücke, die bei Fingerdruck sich zu Mehl zerreiben lassen.

Bei der Kiefer wird ein ähnlicher Zersetzungsprozeß, der aber von starkem, terpentinartigem Geruch begleitet ist, eingeleitet durch Polyp. mollis Fr., der ebenfalls ober- und unterirdisch angreifen kann. Magnus[4]) beschreibt die Erkrankung von Weymouthskiefern, der gewöhnlichen Kiefer und der Lärche durch Polyporus Schweinitzii Fr.

---

[1]) a. a. O. S. 242.
[2]) Outlines cit. in Mykolog. Ber. v. Hoffmann in Bot. Zeit. 1862, S. 179.
[3]) Symbolae myc. Nachtrag II. 1873, S. 86.
[4]) Bot. Centralbl. 1884, Bd. XX, S. 182.

Wiederum nur oberirdisch siedelt sich endlich der auf Fichte und Tanne sowohl als auch auf Lärche und Kiefer vorkommende Trametes Pini Fr. an und veranlaßt eine röthlichbraune Farbe des Holzkörpers, in welchem später regellos zahlreiche Löcher auftreten; bei Fichte und Lärche sind dieselben von Mycel weiß ausgekleidet. Er ist eine Ursache der Rothfäule und der als Ring- oder Kernschäle der Kiefer bekannten Krankheitserscheinung.

Wir kommen jetzt zu denjenigen Parasiten, bei denen nur eine Uebertragung von Wurzel auf Wurzel stattfindet. Dahin gehört als wichtigster Trametes radiciperda R. Htg. (Polyporus annosus Fr.), weil er eine der hauptsächlichsten Ursachen der unter dem Namen Rothfäule zusammengefaßten Krankheitserscheinungen ist. Schon aus der Beschreibung der Verfärbungen des absterbenden Holzkörpers in Folge der Einwirkung der obengenannten Pilze ergiebt sich, daß meist die Erkrankung mit Bräunung verbunden ist. Es passen eben die von den Praktikern unter Rothfäule zusammengefaßten Erscheinungen auf viele, durch verschiedene Ursachen hervorgerufene Krankheiten, so daß die Bezeichnung etwa nur in demselben Sinne wie Harzfluß oder Gummifluß eine symptomatische Bedeutung behalten darf.

Trametes radiciperda ist mehrjährig; seine weißen Fruchtkörper erscheinen bisweilen 1—2 dm tief unter der Bodenoberfläche, vorzugsweise aber am Wurzelhalse entweder einzeln oder heerdenweise bei jungen, 5—20jährigen Kiefern, bei Wachholder, Rothbuche, Weißdorn u. A. In Folge seiner Einwirkung sterben die Bäume schnell ab und es entstehen dadurch bald bemerkbare, alljährlich sich vergrößernde Blößen in den Beständen. Bei der Fichte veranlaßt die von den Wurzeln aus im Stamme aufsteigende Zersetzung eine anfangs violette, später hell gelbbraune Färbung des Holzes; zahlreiche, schwarze, weißumrandete und später selbst ganz weiß werdende Punkte bilden das charakteristische Merkmal für die Zersetzung. Bei der Weymouthskiefer wird das Holz anfänglich fleischroth und später gleichmäßig gelbbraun. Bei unserer gewöhnlichen Kiefer ist die Zersetzung, wahrscheinlich wegen des großen Harzgehaltes des Stammes nur auf die gelblich-braun sich färbenden Wurzeln beschränkt. Rostrup[1]) giebt auch an, daß der Pilz massenhaft die jungen Buchen tödtet, die als Unterholz in Dänemark in den Kiefernbeständen vorkommen.

Der hier besprochene Schwamm ist einer der wenigen, von denen gelungene Impfversuche vorliegen. Es ist aber hierbei von Bedeutung, zu erfahren, in welcher Weise die Impfung ausgeführt ist, um zu zeigen, daß auch hierbei der geimpfte Wurzelkörper nicht mehr genau in demselben Zustande sich befand, in welchem eine gesunde Wurzel durchschnittlich gefunden wird. Wir lassen die Beschreibung des Impfversuches von R. Hartig wörtlich folgen[2]): „Bringt man lebendes Mycelium unseres Parasiten an die gesunde, unverletzte und nur von den obersten Borkenschuppen befreite Wurzel einer Kiefer, indem man ein mycelhaltiges, ganz frisches Rindenstück darauf legt und festbindet, dann feuchtes Moos darauf packt und nun die Wurzel wieder mit Erde bedeckt, so entwickelt sich von der bezeichneten Stelle aus das Mycel in zweifach verschiedener Form im Rinde- und Bastgewebe der Wurzel und im Holzkörper des Baumes."

An der Richtigkeit der Beobachtung ist nicht zu zweifeln und ebensowenig daran, daß in der freien Natur sich derselbe Vorgang vollziehen wird, wenn dieselben Verhältnisse obwalten werden. Aber, ich frage, wo werden solche Verhältnisse eintreten? Wo

---

[1]) Bot. Centralbl. 1880, S. 370.

[2]) Die Zersetzungserscheinungen des Holzes rc., S. 20.

wird der natürliche Borkenschutz der Wurzel entfernt und die Luftcirculation vermindert, die Feuchtigkeitsanhäufung damit erhöht, wie unter dem aufgebundenen Moose? Solchen Verhältnissen sind eben die Wurzeln nur in relativ wenigen Fällen ausgesetzt und daraus erklärt sich, daß die Pilze nicht schon größere Verheerungen im Laufe der Jahre angerichtet und unsere Kulturen vernichtet haben. Die Erhaltung der natürlichen Schutzschicht der Pflanzentheile in ihrer Unverletztheit ist das beste Vorbeugungsmittel gegen parasitäre Angriffe. Ob diese Schutzschicht durch dicke Borkenlagen gebildet wird oder durch zarte Wachsglasuren wie bei Blättern und Früchten, ist gleichgültig. Man mache nur das einfache Experiment, auf verfaulte, von Conidien tragenden Rhizopus und Penicillium bedeckte Früchte andere (selbst reife Weinbeeren) mit vollkommen unverletzter Oberhaut und eingesiegeltem Stielende zu legen und man wird sich überzeugen, daß solche Früchte wochenlang pilzfrei bleiben, während die nicht an der Anheftungsstelle durch Siegellack geschlossenen und daher dort im feuchten Raum sich leicht lösenden Früchte, sowie alle diejenigen, deren Cuticula irgend wie verletzt ist, binnen wenigen Tagen der Pilzfäule erlegen sind. Als häufige Wundparasiten der Obstbäume mögen folgende genannt werden. Der bei Eichen vorkommende Polyp. sulphureus, der sich gern auf Kirschbäumen ansiedelt; im westlichen Deutschland ist der dachziegelförmige Colonien bildende, rothe Trametes cinnabarinus Jaqu. auf den Kirschbäumen zu finden. Auf Apfelbäumen ist der braunzottige Polyp. hispidus zu nennen, der auch auf Nußbäumen vorkommt. Letztere zeigen vielfach noch den großen, mit weitporigem, excentrischem, gestieltem, schuppigem Hute versehenen Polyp. squamosus Huds. Speziell auf Apfelbäumen findet sich der gewürzhaft riechende, alljährlich sich erneuernde, große, graugelbliche Fruchtkörper von Hydnum Schiedermayeri Heufl.

Ohne große Schwierigkeit erklären sich auch die Beobachtungen Hartig's bei Trametes radiciperda, der, wenn er einmal in das Gewebe eingedrungen ist, von einer Wurzel auf eine andere dicht anliegende oder gar verwachsene Wurzel übergeht und damit andere Bäume zum Absterben bringt. Man vergesse nicht das im Verhältniß zu den Wurzeln der Bäume enorme Bedürfniß der Pilze an Stickstoff, Kali und Phosphorsäure, die dem Pilze aus der Umgebung schon zuströmen müssen, bevor er selbst noch die gesunden Gewebe der Nährpflanze erreicht hat. Diese Gewebe sind also gleichsam schon geschwächt und widerstandsloser, wenn endlich der Mycelfaden anlangt. Es präparirt sich also das Mycel seinen Mutterboden schon durch Erschöpfung, selbst wenn man nicht eine fermentartig wirkende, vom noch pilzfreien Gewebe vor dem Myceleintritt schon aufgesogene Ausscheidung der Pilze annehmen will.

## Agaricini.

Als einen durch sein Mycel als Krankheitserreger auftretenden Hutpilz führen wir nach R. Hartig[1]) den Agaricus (Armillaria) melleus, einen weißsporigen, häufigen Blätterpilz mit einem am Stiel festgewachsenen Ringe an. Nach den Mittheilungen des obenerwähnten Beobachters ist dieser Pilz, der an der gewöhnlichen und Weymouthskiefer, an Fichte, Tanne und Lärche, sowie an Kirschen, Ebereschen, Weißdorn, Birke und Buche beobachtet worden, die Ursache einer Krankheit, welche den Namen „Erdkrebs", „Wurzelfäule" führt und bei den Nadelhölzern mit Ausnahme der Weißtanne von reichem Harzergusse begleitet ist. Daher der Name „Harzsticken", „Harzüberfülle" für diese Krankheit. Der Harzerguß zeigt sich am Wurzelhalse unter der aufgebrochenen Rinde.

---

[1]) Bot. Zeit. 1873, Nr. 19, S. 295.

Dadurch entsteht an der Stammbasis eine Anschwellung, die durch das Harz und die Rindenschuppen, sowie die reichlich mit angekittete Erde der nächsten Umgebung gebildet wird. Bei Kiefern, an denen ich die Krankheit vielfach zu beobachten Gelegenheit hatte, zeigten sich sehr häufig zwischen den Borkenschuppen große, schwarzgrüne Polster von Trichoderma viride, der Knospenform eines Schlauchpilzes. Diese Polster bildeten sich auch unmittelbar auf abgeschnittenen, kranken Wurzelästen, die in feuchter Atmosphäre kultivirt wurden.

Wenn man die Rinde an der Stammbasis erkrankter Stämme ablöst, findet man ein reichliches, weißes Mycel zwischen derselben und dem Holzkörper, das sich abwärts in die stärkeren Wurzeläste hinein mit Leichtigkeit verfolgen läßt und dort als weiße, oft den ganzen Wurzelumfang einnehmende Haut zwischen Rinde und Holz auftritt. R. Hartig erwähnt nun weiter, daß er dieses Mycel direkt in braune, hartwandige, runde Pilzstränge von charakteristischem Baue (Rhizomorpha) übergehen sah, welche z. Th. die Wurzel äußerlich umklammern, theilweis zwischen den Rindenschichten in abgeplatteter Form hinlaufen und sich von der erkrankten Pflanze durch die Erde fußweit auf andere Wurzeln spinnen. Ich kann diese Beobachtung bestätigen. Die Fruchtträger dieses Pilzes stellen den Agar. melleus dar: sie sitzen nach Hartig meist auf sehr kurzen Aesten des flächenförmig ausgebreiteten Mycels, in vielen Fällen jedoch auch direkt auf den rundlichen Rhizomorphensträngen. Aeltere Stämme von Kiefern und Weymouthskiefern zeigen nur die Entwicklung des Agaricus an Rhizomorphensträngen in geringer Entfernung vom Stamme, vermuthlich weil auf der kranken Pflanze selbst die Rinde zu dick ist, um die Entwicklung der Fruchtträger am Wurzelstocke zuzulassen. Die Krankheit ist ansteckend; die befallenen Stöcke sind auszuroden.

Von besonderer Bedeutung war die Entdeckung Hartig's, daß der Agaricus melleus [1]) ein Fruchtkörper von Rhizomorpha ist. Unter Rhizomorphen nämlich versteht man

---

[1]) Der obenerwähnte Agaricus melleus ist in anderer Beziehung noch einmal genauer zu untersuchen. Nach de Bary („Zur Kenntniß einiger Agaricinen“. Bot. Zeit. 1859, Nr. 48) entwickelt der Pilz nämlich nach vollendeter Ausbildung der gewöhnlichen Agaricussporen von den Gewebetheilen seiner Lamellen noch eine zweite Fruchtform in Gestalt viersporiger Schläuche. Die Angabe ist, soviel mir bekannt, bis jetzt weder zurückgenommen, noch von anderer Seite widerlegt, und wir hätten hier also einen typischen Basidiomyceten vor uns, der den Uebergang zu den Ascomyceten darstellen würde. Daß die Vermehrungsfähigkeit der Hymenomyceten eine viel reichere, als man gewöhnlich anzunehmen geneigt ist, dürfte aus den Angaben von Eichelbaum*) hervorgehen. Derselbe wies nach, daß die Hüte bei einer größeren Anzahl von Arten im Stande sind, bei längerem Aufenthalt in feuchter Luft auf der Hymenialschicht Conidien zu bilden. Theils sind es die Cystiden, die zu Conidienträgern auswachsen (Agaricus phalaenarum) also etwa entsprechend der Knospenbildung von Paraphysen bei den Ascomyceten, theils sind es aber auch direktdie Basidien der Hymenialschicht, deren Sterigmen zum Conidienträger werden (Agar. rugosus). Fast alle Agaricusarten entwickeln mit Leichtigkeit Conidien an der Hutoberfläche, aber keine typischen Basidien; bei den Tremellineen ist das gemeinsame Vorkommen von Basidiosporen und Conidien sogar die Regel. Obwohl Eichelbaum nur hefenartige Sprossung bei Aussaat dieser Knospen beobachten konnte, so ist doch kaum zweifelhaft, daß sich auch wirkliche Mycelschläuche bilden werden. Hochconcentrirte Lösungen begünstigen die Sprossung, wie mir scheint.

---

*) Bot. Centralbl. Bd. XXV. Nr. 8, 1886 S. 266.

Mycelstränge, welche dem äußeren Ansehen nach große Aehnlichkeit mit alten Wurzelzweigen von Holzpflanzen haben. Die bei Agaricus melleus, dem Hallimasch oder Honigpilz vorkommende Rhizomorphenform ist Rhizomorpha fragilis Roth, die in der Gestalt der braunen, äußerst derben und zähen, wurzelähnlichen Stränge als Rh. subterranea Pers. von der in den Wurzeln vorkommenden Form, Rh. subcorticalis unterschieden wird.[1]) Letztere ist die parasitäre Angriffsform, bei welcher die braunen, in der Erde wandernden Stränge sich abflachen und allmählich in feine, weiße, die Cambiumregion umspinnende Häute sich auflösen. Von den Häuten strahlen dann einzelne Mycelfäden in das Holz und die Rinde aus.[2]) Die Wirkung dieses nicht blos die einheimischen, sondern auch die eingeführten, ausländischen Coniferen, sowie wahrscheinlich die Amygdalaceen zerstörenden Mycels, das von R. Hartig auch bei dem fossilen Cupressinoxylon erkannt worden ist, äußert sich ebenfalls durch Verfärbungserscheinungen an dem Holzkörper. Die Hyphen, die besonders gern durch die Markstrahlen in die Harzkanäle gehen und schließlich auch durch Auflösung der Zellmembranen vermehrte Harzbildung einleiten, erzeugen zunächst eine Art Weißfäule, für welche es charakteristisch ist, das bei der von außen nach dem Innern des Holzkörpers (häufig in Dreieckform) fortschreitenden Zersetzung ein ganz besonders für die Pilzentwicklung günstiges Stadium eintritt, das dem bloßen Auge als tiefbrauner Saum an der weißlichen Masse sich kenntlich macht. Die dunkle Färbung kommt davon, daß in der besonders günstigen Nährregion das Mycel selbst eine braune Färbung annimmt und seinen schlank fädigen Zustand verliert. Die Mycelhyphen entwickeln nämlich große, blasenförmige Anschwellungen oder verwandeln sich scheinbar gar in ein großmaschiges Parenchym, welches das Innere der getüpfelten Holzzellen ausfüllt, ähnlich wie die Thyllen dies mit den Gefäßen der Laubhölzer thun. Diese Zone ist nur 3—4 Holzzellen breit und schreitet immer weiter fort, indem in der augenblicklich schwarzen Region das blasige Mycel bald aufgelöst wird und einfache, farblose Fäden wieder an dessen Stelle treten. Jetzt zeigen die Zellwandungen Cellulosereaction und lösen sich von innen heraus auf.

Von den Mitteln gegen die Baumschwämme kommen außer der gänzlichen Entfernung der Schwammbäume nur Vorbeugungsmaßregeln gegen neue Infectionen in Betracht. R. Hartig empfiehlt in dieser Beziehung zunächst die thunlichste Vermeidung aller Wunden; es wird dies namentlich für die Grünästung gelten, die, wenn sie nicht umgangen werden kann, doch nur zur Zeit der Saftruhe und unter nachfolgendem Verschluß der Wunden durch Theer stattfinden darf. Bei harzreichen Coniferen (Kiefern, Lärchen und Fichten) macht der Wundverschluß durch das eigene Harz den Theeranstrich entbehrlich. Auch bei den empfindlicheren Laubbäumen werden Wunden, die von der

[1]) Die als Rhizomorpha setiformis (Roth) bekannten Pilzformen, welche von Fries als das Mycel von Agaricus androsaceus und Rotula angesehen wurden, sind nach Schroeter's Beobachtungen (s. Bot. Centralbl. 1885, Bd. XXXIII, Nr. 12, S. 333) verbildete, zu roßhaarähnlichen, braunen Fäden gewordene Fruchtkörper (nicht Mycel) von obengenannten beiden Agaricus- (Marasmius-) Arten. — Daß die jetzt als Rhiz. subterr. zusammengefaßten Pilzstränge nicht alle zu Agaricus melleus gehören dürften, ist aus der Beobachtung zu schließen, daß Collybia velutipes auch derartige Stränge bildet. Die in den morschen Weiden und Pappeln häufigen Stränge kommen mit größeren, büscheligen Mycena-Arten vor.

[2]) Neuerdings hat Eidam (Jahresber. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur 1881, S. 287) das Leuchten des Mycels bei künstlichen, auf Pflaumendekokt erzogenen Kulturen beobachtet.

Entfernung schwacher Zweige herrühren, wegen der leichten Ueberwallung unberücksichtigt bleiben können; um so mehr Aufmerksamkeit ist aber den großen Astwunden und namentlich der unteren Seite der Schnittfläche zuzuwenden. Hier reißt der fast durchgesägte Ast, in Folge seiner eigenen Schwere das letzte Stück durchbrechend, häufig starke Rindenfetzen vom Mutterstamm, was durch vorheriges Einschneiden von der Unterseite her vermieden werden muß. Grade das Abplatzen der Rinde vom Holz an dem stehengebliebenen Theile des Aststumpfes durch Zug oder Druck des stürzenden Astes ist eine Quelle großer Gefahr, da diese gelockerte Zone des Aststumpfes vom Theeranstrich der Schnittfläche nur in seltenen Fällen gedeckt wird und das beste Eingangsthor für parasitäre und nicht parasitäre Fäulniß abgiebt. Der Ausbreitung der Wurzelparasiten werden nur in größerer Entfernung von dem Pilzheerde gezogene Isolirgräben wirksam entgegenarbeiten. Meiner Meinung nach werden auch die für die nicht parasitäre Wurzelfäule empfohlenen Mittel der starken Durchforstung, der Entwässerung und sonstiger, die Luftcirculation im Boden fördernden Einrichtungen bei den parasitären Erkrankungen am Platze sein.

Anhangsweise sei hier noch der auffallend leuchtenden Färbungen gedacht, welche faule Hölzer annehmen können. Wir haben bisher gesehen, daß die durch vorgenannte Schwämme erzeugten Zersetzungserscheinungen meist mit intensiver Braunfärbung beginnen und dann oft als „Rothfäule“ angesprochen werden und daß später neben gelben Farbentönen am häufigsten die weiße Färbung Platz greift, was die Veranlassung zur Bezeichnung „Weißfäule“ wird. Von der Rothfäule ist die Blutfäule zu unterscheiden, welche das Holz in größeren Streifen und Flächen carminroth oder blutroth erscheinen läßt. Eidam beobachtete die Färbung an Ahorn und Buchenholz; das von Acer Negundo stammende Stück war massenhaft von farblosem Mycel durchzogen und zeigte Fruchtkörper von einem Polyporus, der mit P. Medulla panis die größte Aehnlichkeit hatte.[1] Ich sah Stumpfe abgehauener Fichten an der verfaulten Hiebsfläche tiefrothe Färbung annehmen, ohne Fruchtkörper des reichlich vorhandenen Mycels entdecken zu können. In den genannten Fällen dürfte der Färbungsprozeß auf eine durch das farblose Mycel veranlaßte chemische Zersetzung der Holzfaser zurückzuführen sein; in anderen Fällen ist es wahrscheinlich der Pilz selbst, der die Färbung veranlaßt. Noch weiterer Untersuchung bedürftig sind die Angaben über gewisse Scheibenpilze; es soll die auf Blättern vorkommende Ciboria calopus Fuck. das Substrat hellroth und Tapesia atrosanguinea blutroth färben; eine schwarze Farbe veranlaßt Pyrenopeziza nigrella und Peziza denigrans. Das Blauwerden der Nadelhölzer, das, wie es scheint, bei nassem todtem Holze sich gern einstellt, wird nach R. Hartig durch einen mit braunwandigem Mycel versehenen Kernpilz, Ceratostoma piliferum (Sphaeria dryina) hervorgerufen.[2] Länger bekannt, aber auch nicht viel eingehender studirt ist die Grünfäule, die sich namentlich an Birken zeigt, indeß auch bei Buchen, Eichen, Kastanien und andern Hölzern

---

[1]) 59. Jahresbericht d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 1881, S. 288.

[2]) Lehrbuch der Baumkrankheiten, S. 98.

vorkommt. Dieselbe besteht in einer spangrünen Färbung der Wandungen der Holz- und Markstrahlzellen. Der Farbstoff, der schon 1812 untersucht worden sein soll [1]) und 1860 den Namen Xylochlorsäure, 1863 Xylochloërinsäure erhalten hat, ist weder durch Alkohol, noch durch Aether oder Benzin ausziehbar; einige Säuren lösen ihn schwach. Salpetersäure nimmt sehr viel davon auf und wird leuchtend grün dadurch gefärbt; Essigsäure nimmt ihn spangrün auf. Ein nur auf grünfaulem Holze vorkommender Pilz [2]) Peziza aeruginosa P. (Chlorosplenium aeruginosum Tul.) wird für die Ursache der Holzverfärbung gehalten. Darüber, ob der Pilz nur durch sein Mycel eine den Farbstoff erzeugende Zersetzung der Holzfaser hervorruft und dann in seinen Wandungen diesen Farbstoff speichert oder umgekehrt er selbst den Farbstoff produzirt und dieser an die Holzfaser übergeht, sind die Meinungen der Forscher getheilt. Man findet große Strecken grünfaulen Holzes ohne Mycel; indeß kann man auch mit Cornu [3]) annehmen, daß das Mycel ursprünglich dagewesen aber sich später aufgelöst und dabei seinen Farbstoff der Holzfaser abgegeben habe. Ich neige mich zur Ansicht von der Erzeugung des Farbstoffs im Holzkörper selbst. Andere Pilze, die das Substrat grün färben sollen, sind Helotium aeruginosum, Xylographa atracyanea, caulincola und Trochila aeruginosa. Tschirch erklärt den Farbstoff des grünen Holzes (Xylindeïn) als zur Chlorophyllgruppe gehörig. [4]) Das Leuchten ist bekanntlich ein Fäulnißprozeß des Holzes, hervorgerufen durch phosphorescirende Mycelien (Agaricus melleus u. A.); es ist als „Lichtfäule“ von Ludwig angesprochen worden. [5])

## Hexenringe.

Erwähnenswerth endlich sind die Hymenomyceten noch durch den Umstand, daß einzelne Arten von Blätterpilzen die sog. Hexenringe auf den Wiesen verursachen. Dieselben erscheinen als kreisrunde, kleinere oder größere, bisweilen 10—16 m Durchmesser haltende, Stellen, welche von einem freudig grünen, 15—20 cm breiten Ringe eingeschlossen sind, auf welchen ein äußerer Ring mit unregelmäßig abgestorbenen Flecken folgt. In dem mageren äußeren Kreise zeigen sich in den einzelnen Jahren mehr oder minder reichlich Hutpilze. Die Kreise wachsen mit jedem Jahre und bleiben lange Zeit hindurch kenntlich. In manchen Jahren ist nur der grüne Ring bemerkbar, ohne daß Hut-

---

[1]) Stein im Jahrb. d. schles. Ges. f. vaterl. Kultur. 58. Jahrg. 1880, S. 189.

[2]) Caspary über Peziza aeruginosa in den Schriften der phys. ökon. Ges. zu Königsberg 1864, cit. Bot. Zeit. 1866, S. 103.

[3]) S. de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze 1884, S. 15.

[4]) Bot. Centralbl. 1883, Bd. XIV, Nr. 12, S. 359.

[5]) Bot. Jahresber. 1883, Abth. I, S. 385.

pilze um denselben hervorbrechen; dagegen ist in anderen Jahren der Ring bisweilen so dicht mit Hüten stellenweis umsäumt, daß sich die einzelnen Exemplare durch gegenseitigen Druck quetschen und tödten.

Beispiele hierfür liefert George Jorden im Phytologist 1862 [1]), nach dessen Beobachtungen vorzugsweise Agaricus campestris, multifidus, oreades und giganteus dergleichen Hexenringe erzeugen. Nur die beiden Letzteren verursachen jedoch Fehlstellen, indem sie die Wurzeln der Gräser tödten. Die Erscheinung findet ihre Erklärung in dem allseitig gleichmäßig centrifugalen Wachsthum des Mycels, welches sich aus einer keimenden Spore einmal entwickelte. Dieses Mycel wächst nun an seiner Peripherie alljährlich weiter, während die inneren, älteren Theile allmählich absterben; es entsteht auf diese Weise ein Mycelring, der bei einer für seine Entwicklung günstigen Bodenbeschaffenheit und Witterung zahlreiche Hüte hervorbringt. Die Zersetzungsprodukte derselben sind düngend für die Grasnarbe und die umspinnenden Mycelfäden wirken wahrscheinlich schon vorher wie ein Reiz auf die Graswurzeln, wenn dieselben einzeln vordringen und sich nicht etwa gleich so massenhaft entwickeln, daß die Wurzeln davon getödtet werden. Bei nicht passenden Vegetationsbedingungen bleibt das Mycel viele Jahre hindurch steril.

Die Schädlichkeit der Hexenringe für die Wiesenkultur liegt in der Verarmung einzelner Stellen an Nährstoffen. Die Analysen von Gilbert und Warrington [2]) zeigten den geringsten Stickstoffgehalt des Bodens innerhalb der Hexenringe, einen höheren Gehalt bei der aus dem Ringe selbst stammenden, den höchsten bei der noch außerhalb des Ringes gesammelten Erde. Außer dem Stickstoff beansprucht das Mycel, wie die beim Hausschwamm mitgetheilte Analyse darthut und schon frühere Untersuchungen von Cailletet [3]) speziell für Hexenringe erwiesen haben, sehr bedeutende Mengen an Alkalien und Phosphorsäure, die dem Boden entzogen werden und denselben verarmen lassen. Es ändert sich dann auch der Charakter der Pflanzenwelt auf den Wiesen, wie Lawes und Gilbert beobachten konnten. [4]) Sie sahen den Rothklee und die Platterbse verschwinden und nur noch Weißklee innerhalb der Ringe auftreten. Neben Agaricus nudus und Hygrophorus coccineus und virgineus wird von den letztgenannten Beobachtern auch eine Clavaria vermicularis als seit 14 Jahren in Hexenringen wachsender Pilz angegeben. Uebrigens erschienen die Ringe erst nach einer starken Düngung theils von Superphosphat,

---

[1]) Bot. Zeit. 1862, Nr. 47, S. 407.
[2]) Jahresber. f. Agrikulturchemie, 1883, S. 309.
[3]) Compt. rend. Bd. LXXXII, S. 1205.
[4]) s. Biedermann's Centralbl. Dez. 1876, S. 414.

theils von Mineraldüngern, während auf den mit Stickstoff gedüngten Parzellen sich keine Pilze zeigten.[1])

Das wiederholte Umgraben der Erde an der Peripherie der Ringe, in denen das Mycel im nächsten Jahre die Fruchtkörper entwickeln würde, ist als ein wirksames Mittel in Aussicht zu nehmen. Durch die Berührung mit der Luft trocknet das Mycel ab.

Aus diesen Analysen ist ersichtlich, daß der jedesmalige Ring der sich ausbreitenden Pilzvegetation den organischen Stickstoff des Bodens zu seinem Aufbau verwendet und während dieser Zeit der Grasnarbe das Material zu gedeihlichem Wachsthum entzieht. Dies wird in dem Mycelstadium vorzugsweise stattfinden. Wenn dann die Hüte nach der Ausstreuung der Sporen verwesen, wird der vom Pilzkörper gespeicherte Stickstoff (und auch die anderen wichtigen Nährstoffe) frei und wirken auf den Graswuchs als Düngung. Daher erklärt sich die Ueppigkeit dieser Ringzone, während nun das neue Mycel den vor diesem Ringe liegenden Theil der Grasnarbe zur Abmagerung bringt.

## 9. Discomycetes.

Mit dieser Familie treten wir zu denjenigen Pilzen über, die wir in der Einleitung als Ascomyceten angesprochen haben, bei denen also eine schlauchartige Mutterzelle die hier oft durch Befruchtung erzeugten Sporen einschließt. So weit die Erfahrungen reichen, scheint bei den Schlauchpilzen ein wirklicher Befruchtungsact schon in den normalen Entwicklungskreis zu gehören; wenigstens sind hier die meisten derartig deutbaren Vorgänge erkannt worden, während bei den Basidiomyceten die Befruchtung mehr oder weniger vollständig noch ausgeschaltet zu sein scheint.

---

[1]) Aus den Analysen von Lawes, Gilbert und Warrington*) ist auch die Kohlenstoffverarmung des Bodens zu sehen. Es ergab der Boden im trocknen Zustande an

| | Stickstoffprozenten | | | Kohlenstoffprozenten | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | innerhalb des Ringes | im Ringe selbst | außerhalb des Ringes | innerhalb des Ringes | im Ringe selbst | außerhalb des Ringes |
| Ring zu Grove Paddock. (untersucht im Mai 74) | 0,262 | 0,274 | 0,287 | 3,06 | 2,72 | 3,34 |
| „ „ Broadbelt (Juni 77) | 0,271 | 0,300 | 0,315 | 2,38 | 3,36 | 3,34 |
| „ „ „ (Sept. 77) | 0,226 | 0,244 | 0,274 | 2,48 | 2,60 | 3,12 |
| „ „ Park (Sept. 77) | 0,222 | 0,253 | 0,259 | 2,88 | 3,21 | 3,31 |
| „ „ „ (April 78) | 0,253 | 0,257 | 0,269 | 3,12 | 3,04 | 3,44 |
| im Mittel | 0,247 | 0,266 | 0,281 | 2,78 | 2,99 | 3,30 |
| Verhältniß von C zu N | | | | 11,3 | 11,2 | 11,7 |

---

*) The chemistry of „Fairy rings“ Gard. Chron. 1883. I. 700.

Der Name „Scheibenpilze“ bezieht sich auf die bei der Mehrzahl der hierher gehörigen Gattungen vorkommende Anordnung der Schläuche der vollkommenen Frucht in Form einer dichten Fruchtschicht (Hymenium), welche die Oberseite des oft gleich von seinem Entstehen an schalenförmig offenen Fruchtkörpers (Cupula) überzieht. Die sporentragenden Schläuche sind also nicht, wie bei der folgenden Familie, von einem Gehäuse eingeschlossen. Die freie (also gymnocarpe) Fruchtscheibe ist allerdings sehr verschieden gestaltet. In wenigen Fällen stellt sie ein einfaches, flaches Lager unter der aufplatzenden Cuticula der Nährpflanze dar, ohne daß ein besonderer Fruchtkörper gebildet wird, wie bei der alsbald zu erwähnenden Gattung Exoascus; in den meisten Fällen dagegen ruht die Fruchtscheibe (Hymenium) auf einem kopfförmigen, concaven oder gewölbten, bisweilen keulenförmigen Träger, wie bei den Morcheln (Morchella, Helvella), bei denen nicht selten die Sporen durch den geringsten Stoß oder schon durch Anhauchen plötzlich aus den Schläuchen herausgeschleudert werden. Oft erfolgt die Ausstreuung der Sporen allmählich. Die reifenden Sporen nehmen durch ihr Wachsthum einen immer größeren Raum ein und vermehren somit den Druck der eng aneinander liegenden Schläuche und der haarähnlichen, an der Spitze keulig angeschwollenen, auch bei vielen Kernpilzen zwischen den Schläuchen eingeschobenen Gebilde (Paraphysen), welche gemeinschaftlich in sehr dichter Lagerung die Fruchtschicht bilden. Wenn der seitliche Druck endlich sehr stark wird, werden die Sporen aus den reifsten Schläuchen herausgequetscht.

Wie bei den später zu erwähnenden Pyrenomyceten findet auch hier bei einzelnen Arten die Bildung verschiedener Fortpflanzungsorgane, wie Conidien, Spermatien und Stylosporen statt, welche als Vorläufer der schlauchbildenden Form auftreten. In einigen Fällen sind auch zweierlei Schlauchsporen beobachtet worden, die auf verschiedenen Fruchtträgern stehen. Dieses Verhältniß zeigt sich bei einigen Arten der Gattung Peziza. Die größeren Fruchtträger enthalten größere Sporen, welche mit einem Keimschlauche keimen; die kleineren Sporen dagegen, auf kleineren Fruchtträgern gebildet, treiben bei der Keimung ein Promycelium, wie die Teleutosporen der Rostpilze und erzeugen auf denselben Sporidien[1]). Solcher Wechsel zeigt sich z. B. bei der auf Carex arenaria schmarotzenden Peziza Duriaeana.

Bei einigen Gattungen ist die Bildung von Dauermycelien (Sclerotien) nicht selten; aus denselben entwickeln sich nach einer Ruheperiode die schlauchtragenden Fruchtkörper. Nur in vereinzelten Fällen beobachtete man bis jetzt die Erzeugung von Conidien auf dem Sclerotium. Ein Beispiel dafür liefert Peziza Fuckeliana, deren auf absterbenden Blättern (z. B. Wein) sich ent-

---

[1]) de Bary: Morphologie und Physiologie der Pilze, Flechten und Myxomyceten. 1866, S. 200.

wickelndes Dauermycel eine Conidienbildung zeigt, die als Botrytis cinerea Pers. beschrieben worden ist. Diese Knospenbildung zeigt sich jedoch meist nur bei dem unbedeckten Dauermycel, das den Namen Sclerotium echinatum führt; wird dasselbe etwa 1 cm hoch mit Erde bedeckt, entwickelt es seine vollkommenste Fruchtform, das Pezizabecherchen. Aehnliches beobachtete Brefeld an dem Dauermycel des Penicillium glaucum, dessen Ascogonien durch zu trockene Aufbewahrung entwicklungsunfähig geworden waren. Die einfachsten Scheibenpilze sind enthalten in der Gruppe der

## Gymnoasceae.

Eigentliche Fruchtkörper fehlen hier; die Schlauchschicht bildet ein flaches Lager aus im Reifezustande einzelstehenden, freien oder von einem noch erhalten gebliebenen, gemeinsamen Mycel getragenen Schläuchen. Diese Gruppe würde sich naturgemäß anschließen an die Saccharomyceten, die Hefen, welche die gleiche Sprossung der Conidien zeigen, aber kaum parasitär sind. Die hauptsächlichste, hierher gehörige Parasitengattung heißt Exoascus, die sich dadurch auszeichnet, daß die dicht und parallel beieinander stehenden Schläuche aus einem gemeinsamen Mycel entspringen. Die 8 Sporen sprossen oft hefeartig schon in den Schläuchen und selbst die Schläuche können, wenn sie in unreifem Zustande längere Zeit mit Wasser in Berührung bleiben, sich zu Conidienträgern verdünnen und an ihrer Spitze hefeartige Conidien erzeugen (Sadebeck).

Die verbreitetste, hierher gehörige Krankheit ist neben der später zu erwähnenden Erlenkrankheit

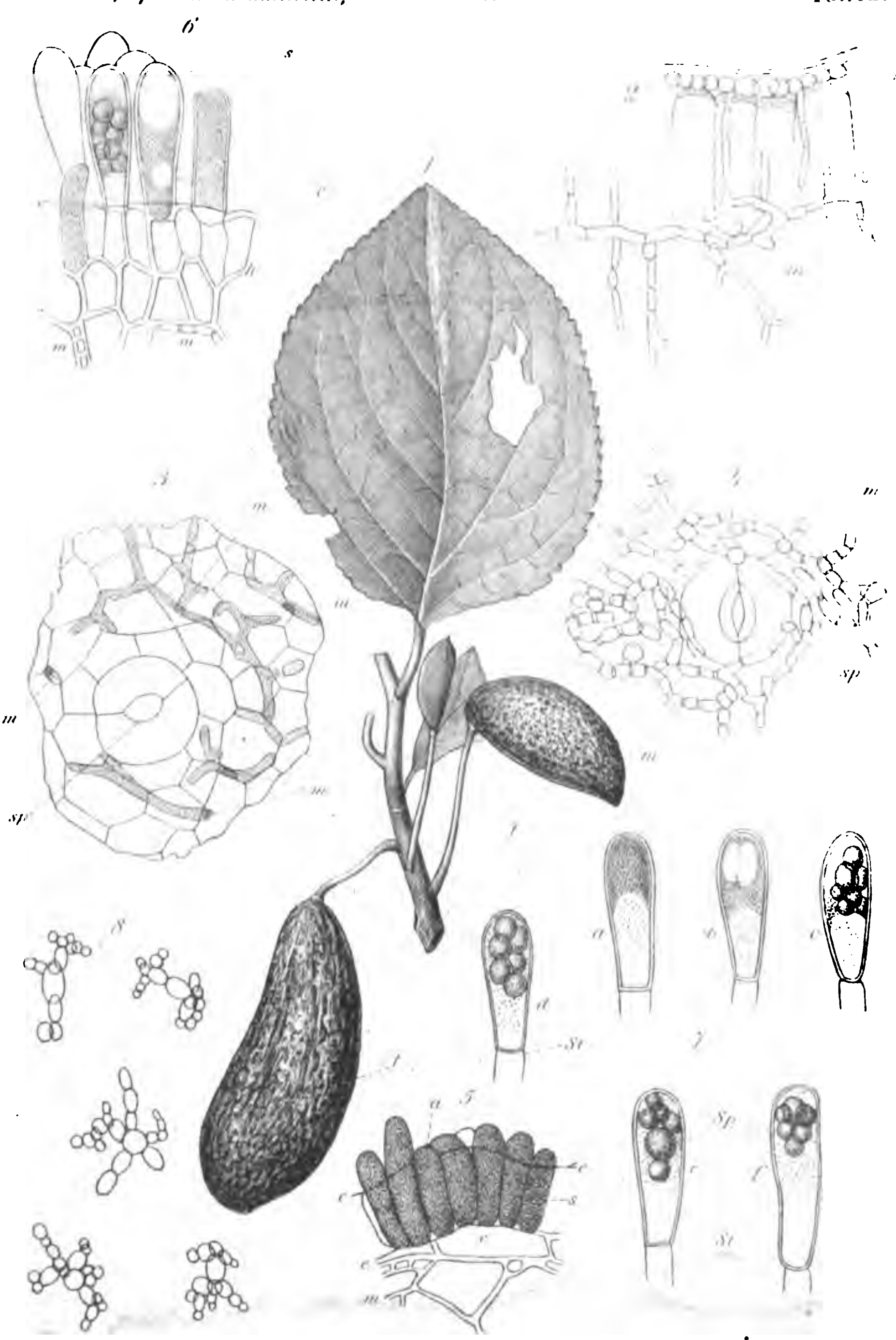
### die Taschen- oder Narrenbildung der Pflaumen
(Exoascus Pruni Fuck.)[1]
Hierzu Tafel XI.

Die Krankheit dürfte kaum irgend einem Obstzüchter unbekannt sein. Das charakteristische Merkmal derselben ist die Mißbildung, welcher die jungen Früchte unterliegen, die sich bald nach der Blüthe zu meist seitlich zusammengedrückten, krautartig grünen, später weiß oder ocherfarbig überpuderten Taschen von der Größe einer normalen Pflaume und darüber ausbilden (Fig. 1t). Im Volk sind die Mißbildungen, die nicht nur in Europa, sondern auch in Amerika[2]) vorkommen, mit den Namen: Narren, Schoten, Hungerzwetschen, Turcas, Bladderplum 2c. bekannt. Sie sind nicht mit den sonst nor-

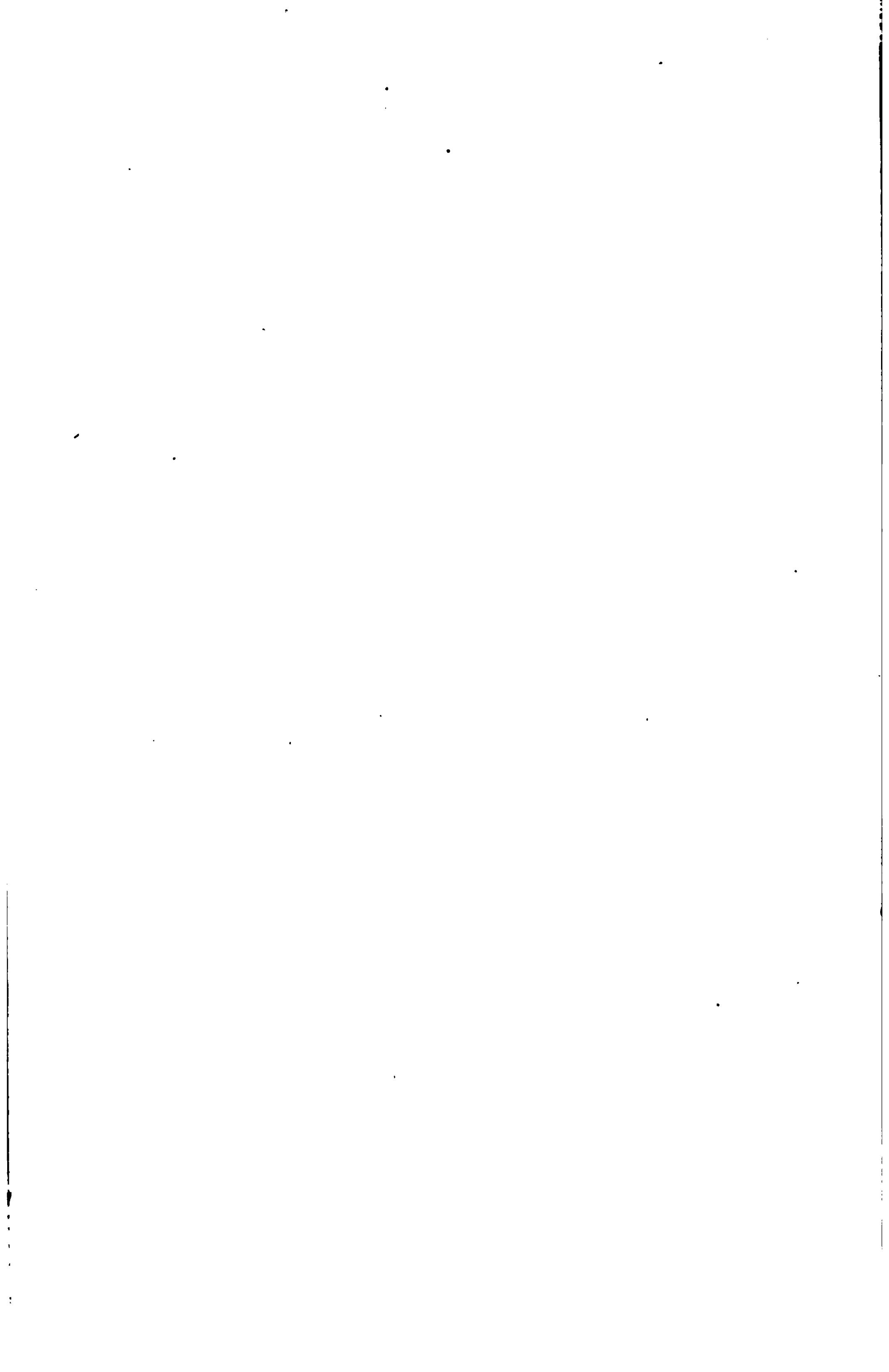
---

[1]) Syn. Taphrina Pruni Tul.

[2]) Wenigstens paßt die Beschreibung, welche Master in seiner Vegetable teratology 1869 S. 465 von Dr. Robb in Neu-Braunschweig citirt, genau auf diese Krankheit. de Bary vermuthet dieselbe auch in Asien an einem dem Prunus Padus verwandten, von Wallich gefundenen Baume. Hierher (allerdings zu einer andern Art) zu ziehen ist ferner eine Notiz in der Bot. Zeit. 1853, S. 816, nach der im Himalaya an einer Vogelkirsche die Taschenbildung so häufig erscheint, daß man den Baum als besondere Art Cerasus cornuta aufgeführt hat.



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



malen Früchten einer Varietät[1]) zu verwechseln, die nur das mit den kranken Pflaumen gemein hat, daß der Stein nicht ausgebildet ist.

Nach Treviranus erwähnen schon Cäsalpin, Camerarius und andere ältere Autoren die Krankheit; spätere Schriftsteller dagegen und grade solche, welche über Krankheiten der Pflanzen geschrieben, haben dieselbe gar nicht oder nur sehr kurz besprochen und sind in Betreff der Krankheitsursache den verschiedensten Irrthümern verfallen. Vor allem wurde die ungünstige, vorzugsweise naßkalte Witterung während der Blüthezeit der Pflaumen als Ursache hervorgehoben, die das Allgemeinbefinden des Baumes störte. Nächstdem erklärte man die Erscheinung damit, daß die nasse Witterung die Befruchtung verhindern sollte; auf einzelnen Blüthen machten sich dabei äußere Einflüsse geltend, welche eine gesteigerte Ernährung hervorrufen und auf diese Weise Veranlassung zur Vergrößerung des Fruchtknotens würden. Gleichzeitig mit dieser Ansicht suchte eine andere die Ursache der Erkrankung in dem Stiche von Rüsselkäfern oder andern Insekten, betrachtete also die Taschen der Pflaumen als Gallen, was für den ersten Augenblick viel Wahrscheinlichkeit für sich hat.

Die Entdeckung der wirklichen Ursache verdanken wir Fuckel[2]), das genaue Studium der Krankheitsvorgänge endlich de Bary[3]), dem wir hier folgen.

Bis jetzt sind die Taschenbildungen an der Zwetsche, an der Schlehe und an der Ahlkirsche (Prunus Padus) gefunden worden. Sie erscheinen in der Regel zu Ende April oder Anfang Mai. Ihre Größe und Gestalt sind sehr verschieden; nach Treviranus können sie die Länge eines Fingers erreichen. Bald erscheinen sie, ähnlich einer Schote, zusammengedrückt, bald spindelförmig, bisweilen gerade, häufiger etwas gekrümmt.

Bei allen drei Nährpflanzen unterscheiden sich die Taschen zunächst von den gesunden, jungen Früchten durch ihre bleiche, gelbliche, bisweilen röthliche Farbe; die Oberfläche ist unregelmäßig runzelig oder warzig; die flachen Erhabenheiten und Vertiefungen selbst sind aber glatt und glänzend. Später zeigt sich ein äußerst zarter, matter Ueberzug, der erst weiß und später ochergelb und flaumig wird, bis schließlich die Oberfläche braune Flecke erhält und die ganze Tasche unter Auftreten von Schimmelpilzen zusammenschrumpft und bald abfällt.

Das Innere der weiten Tasche ist eine mit Luft erfüllte Höhlung, an deren oberer Wandung die mehr oder weniger vollkommen entwickelten Samenknospen sitzen. Taschen, welche von Insekten angestochen waren, sind nur in kleiner Anzahl bisher beobachtet worden.

Bei der Schlehe und Hauspflaume entwickeln sich die Taschen ganz in derselben Weise. Erst 14 Tage oder (bei den Schlehen) bisweilen 4 Wochen nach der Blüthe erkennt man die ersten Anzeichen der Taschenbildung, indem einzelne Früchtchen bleicher grün erscheinen, an Größe schnell zunehmen und sich zu krümmen beginnen. Innerhalb weniger Tage sind sämmtliche Früchte, die sich zu Taschen ausbilden werden, auf diese Weise gekennzeichnet; später treten keine neuen Erkrankungen mehr ein und daher sieht man die sämmtlichen Taschen eines Baumes in annähernd gleicher Entwicklung. Schon etwa 8 Tage nach dem ersten Auftreten der Mißbildung hat dieselbe ihre schließliche Größe erreicht.

---

[1]) Kirke's stoneless — Prunus nucleo nudo, segmento circuli osseo comitato. Act. ac. R. P. in Duhamel: Traité des arbres II. S. 184.

[2]) Enumeratio fungorum Nassoviae 1861, S. 29 und Symbolae myc. 1869 bis 70, S. 252.

[3]) Beiträge zur Morphologie d. Pilze I. 1864, S. 33.

Zur Zeit, in welcher die Taschenbildung kenntlich wird, haben die gesunden, dunkelgrünen Fruchtknoten der Schlehe etwa eine Länge von 4 mm und die der Zwetsche von ungefähr 10 mm. Die Fruchtwand läßt bei ihnen schon 2 deutlich gesonderte Schichten erkennen, von denen die innere, welche später den Stein bildet, aus kleinen, zartwandigen, in allen Richtungen gleichen Durchmesser zeigenden Zellen besteht; die dickere, äußere Schicht dagegen aus einer durchscheinenden, großzelligen Parenchymmasse gebildet ist, die von zahlreichen Gefäßbündeln durchzogen wird. Diese scharfe Abgrenzung der beiden Schichten fehlt bei dem zur Tasche auswachsenden Fruchtknoten, indem die innere, kleinzellige Gewebeschicht ganz allmählich in die äußere, großzellige übergeht. Die Zellen der Letzteren sind aber nicht so groß und nicht so derbwandig, wie bei dem normalen Fruchtknoten und daraus ergiebt sich, daß zur Bildung der großen Tasche eine abnorme Zellenvermehrung eintritt.

Parallel mit der Ausdehnung der Tasche geht häufig die von dieser umschlossene Samenknospe, die sich sonst nicht von der normalen unterscheidet, eine Längsstreckung ein, krümmt sich und wird auf ihrer Oberfläche riefig und runzelig.

Die Ursache dieser Veränderungen findet man, sobald die ersten Abweichungen von der normalen Färbung den Anfang der Ausartung zeigen, in dem zartwandigen Mycelium des Exoascus pruni, welches in den die Fruchtwand durchziehenden Gefäßbündeln zwischen den zartwandigen Leitzellen (Weichbast) sich hinzieht. Die verzweigten Fäden dieses Mycels (Figg. 2m, 4m) sind durch zahlreiche Querwände in unregelmäßige, bald kürzere und dickere oder längere und dünnere Glieder getheilt, deren Querwände meist viel dicker, als die Längswände erscheinen, wodurch ein ganz charakteristisches Aussehen des Mycels bedingt wird. Man kann es häufig in der ganzen Länge des die Tasche durchziehenden Gefäßbündels wahrnehmen und de Bary gelang es, dasselbe auch in den meist unveränderten Stiel der Tasche, sowie ein Stück in die Bastbündel des Zweiges hinein zu verfolgen.

In der entartenden Frucht treiben nun die Mycelfäden sehr zahlreiche Zweige zwischen den Zellen des ungenießbar bleibenden Fruchtfleisches, bis allmählich, vom Stielende beginnend, die ganze Tasche durchsponnen ist und zahlreiche Aeste sich unter der Epidermis hinziehen. Die Figg. 3 u. 4 geben Flächenansichten von Epidermisstücken einer jüngeren und älteren Tasche. Nur die Spaltöffnungen (sp) erscheinen von dem Mycel nicht umsponnen.

Alsbald drängen sich nun auch Zweige des Mycels zwischen den Zellen der Oberhaut hindurch, um an deren Außenseite umzubiegen und sich auf diese Weise unmittelbar unter der sich abhebenden Cuticula weiter zu verbreiten (Fig. 2h). Durch Verästelung und neue Querwandbildung entsteht endlich aus diesen oberflächlichsten Fäden ein zwischen der Oberfläche der Epidermiszellen und der Cuticula sich ausbreitendes Mycel-Netz, dessen einzelne Zellen kaum doppelt so lang als breit sind. Diese Zellen strecken sich nun senkrecht zur Oberfläche der Frucht, so daß sie die Form kleiner Cylinder erhalten, die reich mit Protoplasma angefüllt sind (Fig. 5s)[1].

In Figg. 5 u. 6 bedeuten m die Mycelfäden, e die Epidermis, h die Fruchtschicht, das Hymenium des Pilzes, c die Cuticula der Tasche.

Während die kleinen Cylinder endlich schlauchförmig werden, sich oben keulenförmig erweitern und dabei abstutzen (Fig. 6s), erscheint auch die letzte Hülle der Frucht, die Cuticula (Fig. 5c) endlich durchbrochen. Dabei ist das Protoplasma in die obere Hälfte (Fig. 7a, b) des Schlauches gewandert; der untere kleinere, wasserhelle Theil hat sich durch

---

[1]) Aus einer Tasche von Prunus Padus nach de Bary, von dem auch die anderen anatomischen Abbildungen entlehnt sind.

eine Querwand abgegrenzt (Fig. 7a—f) und bildet auf diese Weise den Stiel (Fig. 7 st) des oberen Theiles, des ascus, der in seinem Inneren nun die Sporen (Fig. 7 sp) erzeugt, welche später aus der Spitze des Schlauches herausgeschleudert werden. Die ganze Schicht also, welche über der Oberfläche der Oberhautzellen hinläuft, ist auf diese Weise als Hymenium (Fig. 2 und 6h) zu betrachten.

Mit dem Durchbrechen der Cuticula durch die ungleichzeitig sich entwickelnden Schläuche werden die Taschen mattweiß und mehlig. Das reife Hymenium sieht schmutzig ochergelb aus, was wahrscheinlich von der Farbe der Sporen herrührt. Mit dieser letzten Farbenveränderung wird die Tasche welk; es finden sich Schimmelpilze ein und alsbald fällt das krankhafte Gebilde vom Baume.

Die Sporen (Fig. 7c—f Sp) sind rundlich oder breit oval, mit einer einfachen, farblosen, zarten Membran versehen. In Wasser oder schwach concentrirter Zuckerlösung beginnen oft schon nach 30—50 Minuten die Sporen eigenthümlich zu keimen, indem sie wie die Bierhefe sprossen d. h. Ausstülpungen treiben, welche Größe und Gestalt der Mutterzelle erreichen und von dieser sich durch eine Scheidewand trennen. Diese Sprossung wiederholt sich mehrere Generationen hindurch und bei ruhiger Flüssigkeit bleiben die einzelnen Sproßglieder in zusammenhängenden, rosenkranzförmigen Reihen (Fig. 8). Dieser Vorgang zeigt sich häufig schon auf der Oberfläche der Tasche, ja nicht selten findet man sogar im Inneren der Asci beginnende Sprossung der Sporen. In reinem Wasser werden die Sproßzellen ellipsoidisch oder nahezu cylindrisch; sie sind nicht fähig, eine Alkoholgährung hervorzurufen und dadurch unterscheiden sie sich von der ähnlichen Bierhefe, deren Zellen auch meist stärker umrandet und lichtbrechender sind.


Fig. 14.

Im Wesentlichen gleich zeigt sich auch die Entwicklung der Krankheit bei den anderen beiden Nährpflanzen; nur beginnt bei Prunus Padus die Entartung des Fruchtknotens schon vor dem Aufblühen und hier wird die Kelchröhre meist mit ergriffen; sie wird schaalenförmig mit zurückgeschlagenen, aufgeschwollenen Rändern; dabei schwillt die Basis der Staubfäden ebenfalls an, sowie bisweilen auch das Blüthenstielchen, wie Fig. 14 (nach Winter) zeigt. Hier sowohl, als bei der Schlehe lassen sich sogar Degenerationen der jungen Laubtriebe beobachten, die oft gekrümmt erscheinen. Die Entartung läßt sich von der Achse aus auch auf die Blattstiele und Hauptblattnerven verfolgen; erstreckt sich aber nie bis auf das Blattdiachym. Dadurch, daß das Mycel des Pilzes schon vor der Entartung sich auffinden läßt, ist der Beweis vorhanden, daß der Exoascus die Ursache der Krankheit ist, wenn es auch bisher noch nicht gelungen ist, die Krankheit durch Sporenaussaat auf gesunde Exemplare zu übertragen.

Aus dem Umstande, daß derselbe Baum viele Jahre hindurch (manchmal auch alljährlich) eine Anzahl Taschen erzeugt, läßt sich mit Sicherheit annehmen, daß das Mycel des Pilzes in den jungen Zweigen überwintert. In Folge dessen wird aber auch ein bloßes Einsammeln und Vernichten der Taschen die Krankheit nicht heben. Es dürfte hier nur das Zurückschneiden des Baumes bis auf das ältere Holz helfen.

### Andere Exoascus-Arten.

Wichtig für den Obstbau ist ferner Exoascus deformans Fuck., der auf Prunus avium, Cerasus, domestica, Chamaecerasus, Persica vulgaris und Amygdalus communis gefunden worden ist. An den Pfirsichbäumen verursacht er die Kräuselkrankheit (Cloque du Pêcher); die Blätter werden aufgetrieben, blasig, kraus, mit oft seitlich gekrümmter Mittelrippe, meist ohne äußerlich wahrnehmbare Pilzvegetation und fallen schon zu Anfang des Sommers ab. Fruktificirt der Pilz, dessen Mycel sich von den Blättern aus rückwärts in die Zweige verfolgen läßt, so erhält das Blatt einen mehligen Ueberzug und erscheint durch Vergrößerung und Vermehrung der ihr Chlorophyll meist verlierenden Zellen des Schwammparenchyms fleischiger und bauchiger. Bisweilen ist blos eine Blatthälfte deformirt. Bei einigen Sorten verfärben sich die blasigen Stellen in's Röthliche. Bäume, welche einige Jahre hintereinander an der Kräuselkrankheit leiden, gehen langsam zu Grunde.

Die auf den Kirschbäumen vorkommende Form scheint sich seltener über die ganze Pflanze auszubreiten; ich sah bisher meist nur einzelne Aeste, namentlich von Süßkirschen befallen. Bei Laubausbruch erkennt man die erkrankten Blätter, noch bevor sie etwa unregelmäßig blasig werden, dadurch, daß sie roth bleiben, während die gesunden Blätter schnell aus der rothen Jugendfarbe in die grüne, normale Färbung übergehen. Die kranken Zweige entwickeln auch die Blätter schneller, dagegen leidet die Blüthenentwicklung. Mehr als bei den andern Bäumen findet man bei den Kirschen den Beweis, daß das Exoascus-Mycel in den Zweigen perennirt und, falls es in einem Jahre nicht in den Blättern erscheint, es darum nicht aus dem Baume verschwunden ist. Man kann dann nur schließen, daß das Mycel die Knospen nicht erreicht hat, bevor diese ausgetrieben.[1]) Wenn das Mycel nach dem Austreiben hinkommt, nachdem die Basis des neuen Triebes schon in Dauergewebe übergegangen ist, dann ist es nicht mehr im Stande, sich auszubreiten. Im Allgemeinen findet man nach trockenen Jahren wenig Pflaumentaschen und wenig Kräuselkrankheit, was wahrscheinlich damit zusammenhängt, daß das Mycel in trockenen Jahren bei schnell ausreifenden Zweigen nur langsam fortwachsen kann. Durch diese Annahme erklärt sich auch die Zweigform bei dem Hexenbesen der Kirsche, der durch den Exoascus hervorgebracht wird. In diesen besenartigen Zweignestern sind die häufig verbogenen Zweige an ihrer Basis kegelförmig angeschwollen und verjüngen sich nach oben hin zur normalen Stärke, so daß also der die Intumescenz verursachende Pilzreiz nach oben hin erlischt. Wahrscheinlich entwächst die bald verholzende Triebspitze dem nicht so schnell folgenden Mycel. Bei dem Hexenbesen ist der kranke Hauptzweig viel dicker als der ihn tragende Mutterast. Neuerdings hat Rathey[2]) den Pilz, der bisher als Ex. deformans f. Cerasi Fckl. aufgeführt worden, als Ex. Wiesneri Rath. abgetrennt. Durch kürzere Schläuche unterscheidet sich von den vorigen Arten der von Sadebeck auf Prunus insititia im Mai auf den Blättern beobachtete, an den Zweigen Hexenbesen erzeugende E. Insititiae Sad. Auf Birnen erzeugt Ex. bullatus Fuck. häufig blasige, später unterseits mehlige Blattanschwellungen. Bei Crataegus Oxyacantha und monogyna, deren Blätter ebenfalls weit aufgetriebene, häufig leuchtend rothe Stellen zeigen, ruft der Pilz auch bisweilen hexenbesenartige Bildungen hervor.

---

[1]) Daß das Mycel in den Knospen schon überwintert, geht aus den Untersuchungen von Sadebeck an Exoascus alnitorquus (Tul.) Sad. hervor. Auch im Uebrigen folgen wir nun der Sadebeck'schen Darstellung (s. Untersuchungen über die Pilzgattung Exoascus. Hamburg 1884.

[2]) Oesterreichische Bot. Zeit. 1880, S. 225.

**Ascomyces.**

Wir kommen jetzt zu denjenigen Arten von Exoascus, bei denen zur Zeit der Reife ein Mycel nicht wahrnehmbar ist und die einzelnen Schläuche daher anscheinend jeder für sich ein besonderes Pflänzchen bilden (Ascomyces Fisch.[1]) Die Erscheinung erklärt sich daraus, daß das in einfachen Fäden vorhandene Mycel nur zwischen den Epidermiszellen und der Cuticula hinläuft, in den jungen Trieben nur an den jüngsten Theilen und Knospen vorhanden bleibt und dort überwintert, an den Blättern aber, an denen es sich zur Fruktifikation anschickt, ganz und gar in der Schlauchbildung aufgeht, indem jede Theilzelle zu einem Schlauche sich ausstülpt. Es stellt diese Gruppe die alten Gattungen Taphrina Fr. und Ascomyces Mtg. et Desm. dar, von denen früher angegeben wurde, daß ihre Schläuche nicht 8, sondern viele Sporen enthielten. Sadebeck hat aber nachgewiesen, daß die früheren Forscher die schon in den Schläuchen häufig sich einstellende, hefeartige Sprossung der Sporen unbeachtet gelassen und diese Sproßzellen mit als Sporen angesehen haben. Mehrere nordische Beobachter[2]) führen übrigens alle Exoascus-Arten unter dem Namen Taphrina auf.

E. alnitorquus (Tul.) Sad. (Ascomyces Tosquinetii Westd. — Taphrina alnitorqua Tul.) erscheint sehr häufig an den Blättern von Alnus glutinosa und (mehr in Süddeutschland) an den weiblichen Kätzchen von Alnus incana und glutinosa, deren Schuppen er zu taschenähnlichen Gebilden deformirt. Die durch den Pilz hypertrophirten Blätter werden kraus und wellig, wobei sie zwei bis dreimal so groß als gewöhnlich werden. Durch das Hervorbrechen der Schläuche bedecken sie sich mit einem grauen Reif, trocknen später zusammen, wobei sie sich nach oben muldenförmig umbiegen und fallen vorzeitig ab. Wenn die Erkrankung schon im Frühjahr auftritt, werden alle Blätter eines Triebes und zwar in ihrer ganzen Ausdehnung deformirt; dagegen erscheinen blos einzelne Blattstellen aufgetrieben, wenn der Pilz erst im Juli sich zeigt. E. turgidus Sad. (Taphrina betulina Rost.) erzeugt auf Betula alba bisweilen Hexenbesen. E. flavus Sad. war früher mit E. alnitorquus zusammengefaßt worden, unterscheidet sich aber schon dadurch, daß er auf der Unterseite der Blätter von Alnus glutinosa durch die gefärbten Inhaltsmassen seiner Schläuche gelbliche, runde Flecke erzeugt. E. flavus ist als Taphrina Sadebeckii von Johanson aufgeführt und davon eine Subspecies T. Sad. borealis auch auf Alnus incana beschrieben worden. E. Betulae Fuck. (Ascomyces Betulae Magn.) veranlaßt auf der Blattoberseite von Betula alba blasig aufgetriebene Stellen, welche nach dem Durchbruch der nur halb so lang wie bei E. turgidus sich zeigenden Schläuche gelbliche Flecke und Pusteln aufweisen. Letzterer veranlaßt blasige, bleiche Stellen, die unterseits grauweiß bereift erscheinen.

Die folgenden Arten haben nicht, wie die bisherigen, eine Stielzelle am Schlauch. E. aureus Sad. (Taphrina aurea Fr., T. populina Fr., Erineum aureum Pers.) veranlaßt auf den Blättern von Populus nigra blasig aufgetriebene, später oberseits durch den gefärbten Ascusinhalt goldgelb werdende Stellen. Bei Populus tremula und alba werden häufig die Carpelle befallen und zu gelben, stark vergrößerten Hörnchen umgebildet. Die nachstehenden (siehe S. 280), von Winter entlehnten, nach Hartig und Sadebeck gegebenen Holzschnitte zeigen in Fig. 15 weibliche Blüthenstände von Alnus mit Taschen von Exoascus alnitorquus. Fig. 16 ist der Querschnitt durch ein Stück

[1]) C. Fisch: Ueber die Pilzgattung Ascomyces. Bot. Zeit. 1885 Nr. 3 ff.

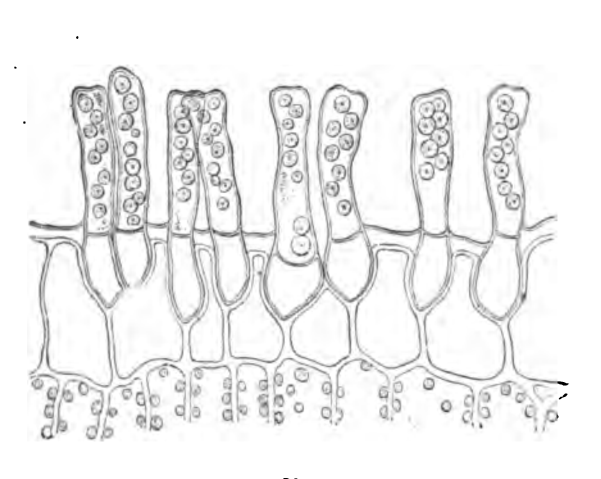
[2]) Johanson: Om swampslägtet Taphrina och dithörande svenska arter. Kgl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlinger. Stockholm 1885, No. I.

Rostrup: Om nogle af Snylteswampe foraarsagende Misdannelser etc. Botanisk Tidsskrift. 14 binds, 4 Hefte. Kjobenhavn 1883.

eines Erlenblattes, das mit reifen Schläuchen dieses Pilzes besetzt ist. Fig. 17 ist das einem Birnenblatte ähnliche, von Ex. aureus aufgetriebene Pappelblatt. E. coerulescens Sad. (Ascomyces coerulescens Desm., Ascom. alutaceus Thüm.) erzeugt auf Eichenblättern (Quercus pubescens) blasige Stellen, die sich bisweilen über eine ganze Blatthälfte erstrecken. E. carpini Rostr. ist die Veranlassung der auf Hainbuchen (Carpinus Betulus) häufigen Hexenbesen mit ihren kleineren, gekräuselten, vorzeitig meist vertrocknenden Blättern. E. epiphyllus Sad. erzeugt an Alnus incana eine wellige Kräuselung der Blätter, deren Auftreibungen meist auf der Oberseite später grauweiß bereift erscheinen. E. Ulmi Fuck. bedingt grauweiß bereift werdende Auftreibungen der Oberseite an Blättern von Ulmus campestris. E. Tormentillae (Taphrina) Rostr. erzeugt Verfärbung der Stengel und Blätter an Potentilla geoides und Tormentilla. E. Umbelliferarum Rostr. bringt große, graue Flecke auf den Blättern von Heracleum Sphondylium und Peucedanum palustre hervor. E. carnea Joh. veranlaßt kugelig-blasige Stellen der Blätter von Betula odorata, nana und intermedia. E. polyspora



Fig. 15.



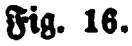


Fig. 16.



Fig. 17.

(Ascomyces polysporus Sorok. — E. aceris Link.) in den Blättern von Acer tartarica[1]). Comes[2]) giebt noch einen E. (Ascomyces) Juglandis Berk. an mit

[1]) Fisch, Ueber Exoascus Aceris Link. Bot. Centralbl. 1885, Bd. XXII, S. 126.

[2]) Le Crittogame parassite delle piante agrarie. Napoli. Pagnotta 1882. S. 234.

Sporen wie bei E. bullatus. Schließlich möchte ich noch die Vermuthung aussprechen, daß die meist rothgefärbten blasigen Auftreibungen der Blätter bei der Johannisbeere (Ribes rubrum) von einem Exoascus und nicht von Blattläusen herrühren.

Bei der Frage nach den Mitteln gegen die Exoascus-Erkrankungen, die man vielleicht als „Blasenkrankheiten" zusammenfassen kann, kommt in Betracht, daß Sadebeck und Fisch die Infection junger Blätter (bei Erle) durch zu Mycelfäden auswachsende Sproßzellen beobachtet haben. Ferner ist nachgewiesen, daß das Mycel in den jüngsten Theilen der Triebe und in den Knospen überwintert. Bei leichter Erkrankung an vereinzelten Blättern wird die Entfernung der Blätter gleich bei dem ersten Auftreten blasiger Auftreibungen anzurathen sein. Zeigt sich durch das Befallen der Mehrzahl der Blätter eines Astes, daß das Mycel bereits im Achsenkörper vorhanden ist, dann schneide man rücksichtslos alles junge Holz an dem befallenen Aste zurück.

## Figurenerklärung.

Fig. 1 der Tafel XI zeigt einen Pflaumenzweig mit Taschen.

Fig. 2 läßt das Mycel m in seiner langgliederigen Form und die darauf folgende Gliederung in kurze, fast isodiametrische Zellen, h unterhalb der Cuticula erkennen.

Fig. 3. Epidermisstück einer jüngeren Tasche von der Fläche gesehen; Mycel m noch langgliederig.

Fig. 4 ähnlicher Theil einer älteren Tasche. Mycel m bereits kurzgliederig; sp Spaltöffnung.

Fig. 5. Die Zellen der Fig. 2 h strecken sich zu jungen Schläuchen s, welche die Cuticula c von der Epidermis e abheben; m Mycel.

Fig. 6. Die jugendlichen Schläuche s der Hymenialschicht h haben die Cuticula c durchbrochen; ihr Inhalt ist in den oberen Theil gewandert. m Mycel, e Epidermiszellen.

Fig. 7. a—f allmähliche Ausbildung der Sporen sp in dem oberen Theil des Schlauches, der von einer Stielzelle st gestützt wird.

Fig. 8. Ascosporen in hefeartiger Sprossung.

## Helvellaceae.

Diese durch ihre meist großen, gestielten, kappen-mützen- oder keulenartigen, fleischigen, nicht becherförmigen Fruchtträger ausgezeichnete Familie der Scheibenpilze hatte bisher keine parasitären Vertreter aufzuweisen gehabt. In neuerer Zeit jedoch ist von Prillieux ein Pilz beschrieben, der seinem Bau nach in die vorstehende Familie zu bringen ist und der von dem französischen Forscher für die Ursache einer Krankheit gehalten wird. Prillieux[1]) beschreibt diese Krankheit als

[1]) Prillieux: Le Pourridié des Vignes de la Haute-Marne. Extrait des Annales de l'institut national agronomique. 4. annee. Paris 1882. S. 171.

die Wurzelfäule des Weinstocks (Roesleria hypogaea Thüm. et Pass.)
Hierzu Tafel II, Fig. 10—13.

In zahlreichen Lokalitäten des Departements der Haute-Marne scheinen die Weinstöcke an einer unheilbaren Erschöpfung zu leiden. Die Krankheitsheerde vergrößern sich wie bei der Phylloxera-Invasion. Die Wurzeln der Stöcke sind verfault und zwar sind sie angefault in allen Bodenarten anzutreffen. In regnerischen Jahren erfolgt die Ausbreitung der Krankheit schneller als in trocknen Jahrgängen und überhaupt ist die Feuchtigkeit, namentlich die des Untergrundes die stete und hauptsächlichste Bedingung für das Auftreten der Krankheit, welche schon früher in Baden, der Schweiz und Niederösterreich beobachtet worden ist; sie beginnt mit mangelhafter Traubenbildung nach einer schnell vorübergehenden Periode von Ueppigkeit und führt nach 5—6 Jahren zum Tode. Die eintretende Schwäche macht sich am Laubkörper sehr auffallend kenntlich. Der Blattrand zeigt eine tiefer gehende, spitzere Auszahnung; die Zweige bleiben schwächlich und produziren vorzeitige Seitensprossen, so daß die kranken Stöcke ein verkümmert buschförmiges Aussehen bekommen.

Die Wurzelrinde erscheint dunkelbraun und löst sich leicht in mürben Fetzen ab; die Bräunung schreitet durch die Markstrahlen bis ins Centrum des Wurzelkörpers hinein fort und leitet dessen Erweichung ein. Das in dem fauligen Gewebe reichlich vorhandene Mycel bringt im Oktober massenhaft die höchstens 8 mm hohen, rein weißen büschelweis stehenden Fruchtkörperchen hervor (Taf. II, Fig. 10), die dem bloßen Auge etwa wie die Stämmchenform von Penicillium (Coremium) erscheint. Auf einem oft verbogenen Stiele (Fig. 11) befindet sich ein abgeflacht kugeliges Köpfchen von weißer, später aschgrauer Farbe. Das Köpfchen besteht aus 8sporigen Schläuchen (Fig. 13a). Die Vergrößerung der kugeligen, einzelligen, bisweilen durch eine Scheidewand zweitheiligen, fast farblosen, in einer Reihe dicht beieinanderstehenden Sporen bedingt eine Ausweitung des Schlauches, der dadurch ein perlschnurartiges Ansehen erhält (Fig. 13k) und leicht mit einer einfachen Sporenkette verwechselt werden kann, zumal die bald nach der Aussaat keimenden Sporen bei der Reife sich von einander abgliedern (Fig. 12), während an der Basis der Fruchtschicht wieder neue Schläuche sprossen.

Wenn der Pilz, der auf todten Wurzelstücken zu fruktifiziren fortfährt, als Ursache der Wurzelfäulniß angesehen werden soll, so muß betont werden, daß zu seiner Entwicklung unbedingt Bodennässe gehört. Dieser Zustand wird aber bei längerer Dauer auch schon eine Wurzelfäulniß ohne die Entwicklung dieses Pilzes hervorrufen. Mir erscheint daher die Roesleria mehr als Saprophyt, ebenso wie der bei anderen wurzelfaulen Weinstöcken beobachtete Agaricus melleus.[1]) Für dieselbe Art der Wurzelfäule, wie es scheint, nimmt

[1]) s. Planchon und Millardet: La Vigne americaine. Oct. 1879, cit. von Prillieux a. a. O., S. 173. Zeichnungen nach Prillieux.

R. Hartig einen entwicklungsgeschichtlich bisher noch ungenügend gekannten, andern Pilz, den Wurzelpilz, Rhizomorpha (Dematophora) necatrix R. Htg.[1]) als Ursache an. Auch die als Gummosis der Weinstöcke von italienischen Autoren beschriebene Krankheit möchte mit der hier berührten Fäulniß sehr nahe verwandt, wenn nicht identisch sein.

Bodenentwässerung, Durchlüftung des Untergrundes und luftige Pflanzung der Weinstöcke dürften die Krankheit vollständig heben.

## Pezizeae Fck.

Hochentwickelte becher- oder scheibenförmige Fruchtkörper von fleischiger oder wachsartiger Beschaffenheit tragen die Hymenialschicht, die aus meist keulenförmigen, achtsporigen Schläuchen und verschieden gestalteten Paraphysen besteht. Die sitzenden oder auch langgestielten Fruchtbecher entspringen entweder direct aus dem oft langlebigen Mycel oder aus einem Dauermycel (Sclerotium), wenn in den Entwicklungsgang des Pilzes eine größere Ruhepause eingeschoben ist. Einen spezielleren Einblick in das Leben der Pezizen gewährt uns

### Die Sclerotienkrankheit des Klee's oder der Kleekrebs
Sclerotinia[2]) Trifoliorum Erick. (Peziza ciborioides Fr.)
(Hierzu Tafel XII.)

Dieser Pilz zeigt sich nach den Untersuchungen von Kühn[3]) und Rehm[4]) als todtbringender Schmarotzer auf 4 verschiedenen Kleearten, nämlich auf unserem Rothklee (Trifol. prat. L.), dem Incarnatklee (Trif. incarnatum L.), dem Weißklee (Trif. repens L.) und dem Bastardklee (Trif. hybridum L.). Das reichlich verzweigte Mycel, dessen Fäden bald nach ihrem Eindringen in die Nährpflanze eine Dicke von 0,01—0,015 mm erreichen, windet sich durch die Intercellularräume der ganzen Pflanze. Die Parenchymzellen des befallenen Pflanzentheiles beginnen alsbald, sich zu verfärben; die grünen Chlorophyllkörner werden braun, ebenso wie der gesammte übrige Zellinhalt, und die Wandungen fangen an undeutlich zu werden. Je reichlicher sich das Mycel an einer Stelle verzweigt, um so schneller geht die Auflösung der Zellen der Nährpflanze vor sich und schließlich besteht der Pflanzentheil stellenweis nur noch aus Ballen dicht verzweigter und verflochtener Pilzhyphen, die von der Epi-

---

[1]) R. Hartig: Rhizomorpha (Dematophora) necatrix n. sp. der Wurzelpilz des Weinstocks. — Der Wurzelschimmel der Weinreben. — Die Weinstockfäule. — Pourridié de la vigne. — Pourriture. — Blanquet. — Champignon blanc. — Blanc des racines. — Mal blanco. Cit. Bot. Centralbl. 1883, Bd. XVI, S. 208.

[2]) Bot. Centralbl. 1880, S. 296.

[3]) Ueber die Sclerotienkrankheit des Klee's, aus Hedwigia 1870, Nr. 4, S. 50.

[4]) Die Entwicklungsgeschichte eines die Kleearten zerstörenden Pilzes (Peziza ciborioides). Göttingen 1872.

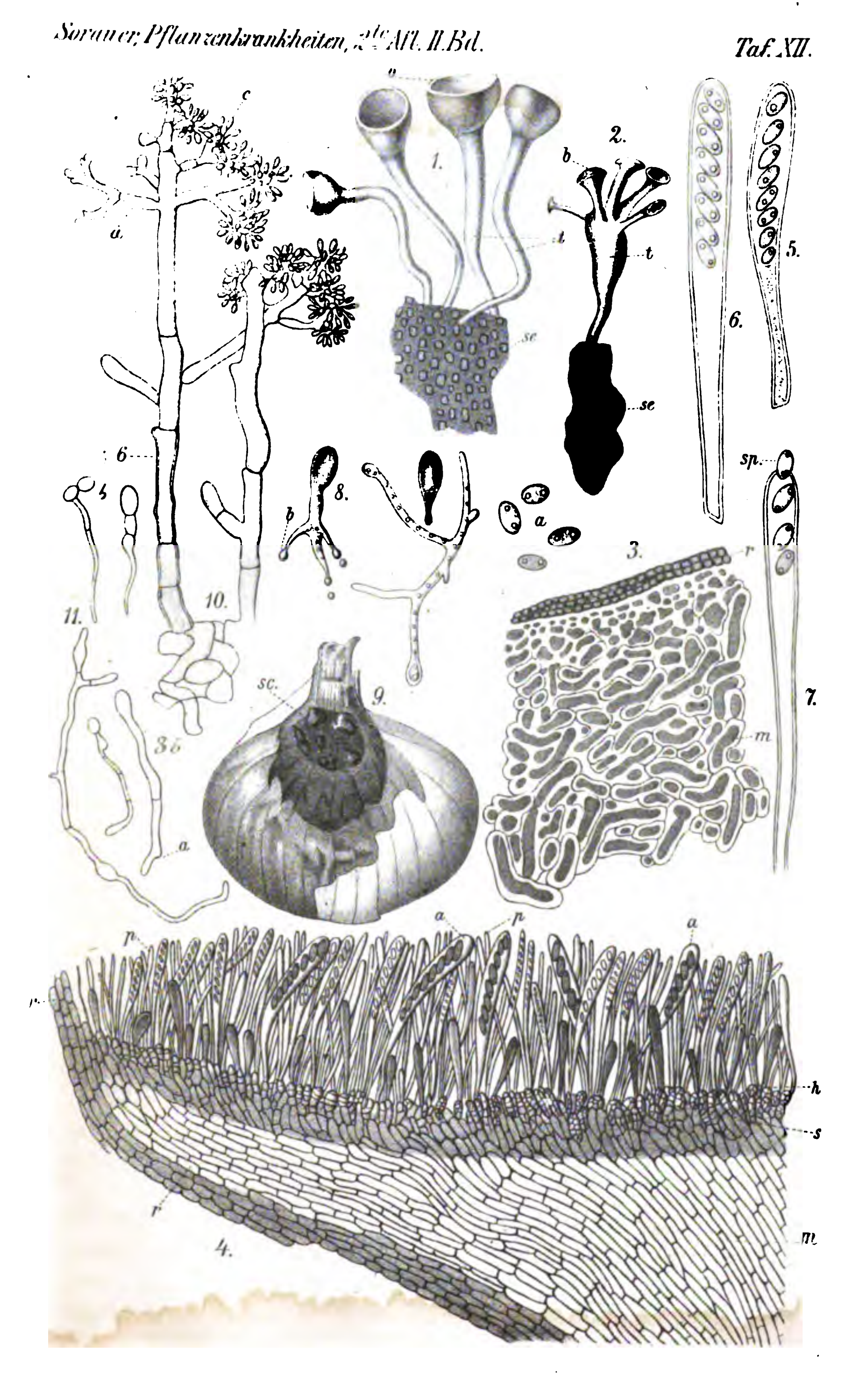
dermis bedeckt bleiben. Nur die Gefäße sind die einzigen weniger angegriffenen und deutlicher erkennbaren Reste des ehemaligen Nährgewebes.

Hat das Mycel die erreichbaren Theile der Pflanze mit Ausnahme des Wurzelkörpers durchzogen, so drängt sich an verschiedenen Stellen ein Büschel dicker Hyphen durch die Oberhaut; hier verästeln sich dieselben sofort sehr reichlich, so daß der ganze Hyphencomplex das Aussehn einer kleinen Traube erhält. Die so gebildeten kleinen Schläuche strecken sich sehr rasch zu langen, unseptirten Fäden, welche sich nach allen Richtungen des Raumes zu einem Knäuel durch einander flechten. Auf diese Weise entsteht für das bloße Auge ein flockiges, weißes, rundliches Räschen; 3—4 Tage nach dieser Anlage kann man im Durchschnitte eines solchen Pilzrasens bereits zwei Schichten unterscheiden. In der Mitte liegt ein consistenterer, wachsartig aussehender Kern, von dem aus die Fäden nach allen Richtungen ausgehen und einen wolligen Ueberzug darstellen, der von kleinen, ausgeschiedenen Wassertropfen perlenartig besetzt ist. Durch Neubildung von Scheidewänden in den Fäden, welche den Kern zusammensetzen, erhält derselbe eine pseudoparenchymatische Struktur, wobei die Zellen der äußeren Kernschicht eine dickere Membran und körnigen, schwarz gefärbten Inhalt erhalten, während die dünneren Fadenenden des flockigen Ueberzuges vertrocknen.

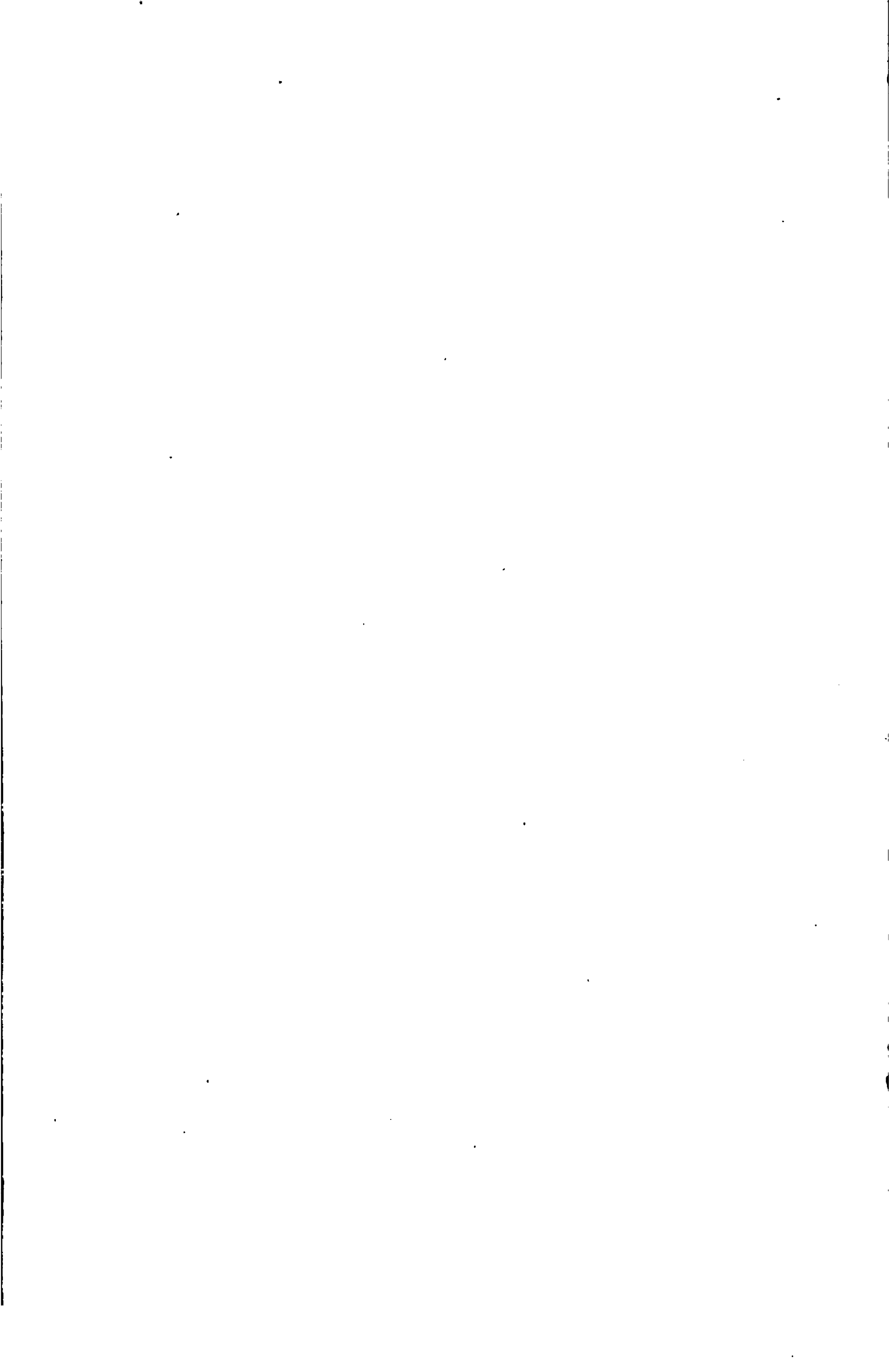
So entstehen binnen 14—20 Tagen trockene, solide, schwarze, innen weiße Körper, die sich sofort als Dauermycel zu erkennen geben (Fig. 1 u. 2 sc)[1]. Dies geschieht in den Monaten November bis April; denn der Pilz leidet durch den Frost nicht, wenn er auch in seiner Entwicklung aufgehalten wird. Gestalt, Größe und Ort des Vorkommens der Sclerotien sind sehr verschieden. Von den kleinen, gänzlich soliden, mohnkorngroßen Exemplaren, welche meist an den Blättern beobachtet werden, bis zu den flachen, kuchenförmigen Ausbreitungen von bisweilen 12 mm Länge und 3 mm Dicke finden sich alle Uebergänge. Je nach ihrem Alter variirt ihre Consistenz; im frischen Zustande sind sie bei einem Wassergehalte von 61—65 % wachsartig oder korkähnlich; ausgetrocknet dagegen enthalten sie nur 11—12 % Wasser, sind dann hart wie Holz, spröde und zerbrechlich. Der Bau des Sclerotium ist der häufig vorkommende: größere cylindrische, oft sackartig erweiterte, innere Markzellen (Fig. 3 m) und dichtere, kürzere, derbwandige, dunkle Rindenzellen (Fig. 3 r). Wird ein eben ausgebildetes Dauermycel durchschnitten und läßt man die Theilstücke in feuchter Luft liegen, so wird die Schnittfläche durch neu auftretende Zelltheilung zu einer Rindenschicht.

Die am Wurzelhalse und etwas darunter entstehenden Sclerotien, die sich vorzugsweise am Roth- und Incarnatklee zeigen, sind in der Regel flacher;

[1]) In der Zeichnung erscheint der Sclerotiumkörper durchlöchert; die hellen Stellen sollen aber nur Hervorragungen des unebenen dunklen Dauermycels andeuten.




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



dagegen stellen die oberirdisch entstandenen, welche vorzugsweise an den liegenden Stengeln von Weiß- und Bastardklee auftreten, mehr kleine, runde Gebilde dar. Cellulosereaktion tritt nirgends auf; Fett, das bei dem Dauermycel des Mutterkornpilzes nach Winkler 32 % beträgt, ist hier in sehr geringem Maße (1,6 %) vorhanden.

Die im Frühjahre sich vorfindenden Sclerotien des Kleekrebses bleiben nun bis Juli oder August liegen, nachdem sie durch gänzliches Verfaulen der Nährpflanze frei geworden sind. Bei eintretender Feuchtigkeit beginnen sie, um diese Zeit die eigentlichen Fruchtträger zu treiben, wodurch sie allmählich leer werden und verschwinden. Man findet auch hohle Sclerotien ohne irgend eine Spur von Fruchtträgern; in diesem Falle haben Tausendfüßler, Milben und Drathwürmer die Dauermycelien im Nachwinter ausgefressen. Natürliche Höhlungen kommen ebenfalls, namentlich bei großen Exemplaren vor; dieselben behindern die Keimung selbstverständlich nicht. Eine Verzögerung der Keimung findet nur bei mangelnder Feuchtigkeit oder zu starker Bedeckung der Sclerotien mit Erde statt; bei günstiger werdenden Bedingungen treten diese aber wieder in Vegetation, und selbst nach 2½jähriger, trockener Aufbewahrung besitzen sie noch ihre Keimfähigkeit.

Die erste Anlage zur Keimung (wenn man die Entwicklung eines Fruchtkörpers aus einem ruhenden, vegetativen Organe bei den Pilzen so nennen darf) zeigt sich in einer geringen Hebung der Rindenschicht, die später an dieser Stelle von einem stielartigen, dunkelbraunen Körper (Figg. 1 und 2t) durchbrochen wird, welcher in der Nähe der Erdoberfläche kolbig anschwillt. Dies ist der junge Fruchtträger, das Pezizabecherchen. Kommt die immer stärker werdende, keulige Verdickung über die Erde, so zeigt sich bereits die Spitze etwas eingedrückt (Fig. 1b) und dadurch, daß die Verdickung und dabei die Vertiefung der Spitze immer mehr fortschreitet, bildet sich endlich eine meist auf der Oberfläche der Erde flach aufliegende Scheibe mit eingedrückter Mitte. Bei längerem Stehen wird aber die Scheibe convex, indem sich der aufreißende Rand nach unten umbiegt (Fig. 2b). Die Farbe des jetzt ausgebildeten Pilzes und die Gestalt desselben sind nicht ganz constant. Die Oberfläche der Scheibe ist hellgelbbraun bis mattbraun; der sehr verschieden lange Stiel ist gelb oder dunkelbraun. Die Länge des Stieles wächst um so mehr, je tiefer erstens das Dauermycel in der Erde liegt und je verdeckter die junge Fruchtscheibe von Blättern ist. Um die Scheide ans Licht zu bringen, windet und verlängert sich der Stiel bisweilen bis zu 28 mm, wobei die Dicke zwischen 0,1 bis 2,0 mm schwankt. Die Fruchtscheibe variirt zwischen 1—10 mm; je länger der Stiel, desto kleiner die Fruchtscheibe.

Durch die Ausweitung des Kopftheils der jungen Peziza-Frucht zur Scheibe sind natürlich die ursprünglich senkrecht aufsteigenden Pilzfäden, welche die Rinde bilden, in eine horizontale Lage gebracht worden (Fig. 4r). Die Markzellen

des Stieles (Fig. 4 m) aber, welche das Material für die sich vergrößernde Scheibe liefern müssen, theilen sich vielfach und bilden ein kleinzelliges, undurchsichtiges Gewebe, die subhymeniale Schicht (Fig. 4 s), aus der unmittelbar die Fruchtschicht, das Hymenium (Fig. 4 h) hervorgeht, das am Rande aus einfachen, dünnen Fadenenden, den Saftfäden oder Paraphysen (Fig. 4 p), nach der Mitte zu auch noch aus keulenförmig angeschwollenen Schläuchen (Fig. 4 a) zwischen den Paraphysen besteht. Die 0,16—0,18 mm langen Schläuche (Fig. 5—7) enthalten zunächst gleichmäßiges Protoplasma, später 8 Zellkerne, die sich zu ebenso viel länglich-elliptischen Sporen ausbilden; dieselben sind von einer einfachen Membran umgeben, haben eine Länge von 0,016—0,02 mm, eine Breite von 0,008—0,01 mm und treten bei der Reife durch ein rundliches Loch an der Spitze des Schlauches aus (Fig. 7 sp).

Bei der großen Anzahl von Schläuchen, die eine Scheibe enthält, bilden die vielen frei gewordenen Sporen allmählich einen weißen, reifartigen Ueberzug. Gelangen diese Ascosporen (Fig. 8 a) in feuchte Luft oder auf Wasser, so können sie bereits nach 4—6 Tagen keimen; sie bilden dann 1—3 Keimschläuche, die nach einigen Tagen viele seitliche Anschwellungen zeigen und, einem Promycel ähnlich, an diesen Anschwellungen einzelne oder kettenförmig geordnete Sporidien erzeugen (Fig. 8 b).

Wie diese Keimschläuche in das Innere der Kleepflanze eindringen, ist noch nicht festgestellt; daß sie aber eindringen, wies Rehm durch das Experiment nach: Er erzog junge Kleepflanzen aus Samen unter einer Glasglocke und hing über einzelne Blättchen eine reife Peziza, deren Sporen nun auf die Blättchen fallen mußten. Nach 6—8 Tagen ließ sich bereits ein feines Mycel im Inneren der Blätter nachweisen.

Bei der Leichtigkeit der Keimung, bei der großen Anzahl der Sporen, bei der Zähigkeit, welche der Pilz allen schädlichen Witterungseinflüssen entgegensetzt, ist es nicht zu verwundern, wenn bei günstigen Vegetationsbedingungen des Pilzes die Krankheit epidemisch auftreten kann, wie es bereits von Rehm beobachtet worden. Für die Ausbreitung des Pilzes sind besonders 3 Punkte günstig: 1. feuchte, eingeschlossene Lage des Kleefeldes, 2. lockerer Boden und 3. die, wie Rehm angiebt, jetzt meist eingehaltene Fruchtfolge, nach der die Felder alle 7—8 Jahre mit Roth- und Weißkleegemenge besäet werden und 2—3 Jahre zur Benutzung liegen bleiben, wodurch die im Nachsommer des ersten Jahres gebildeten Peziza-Früchte für ihre Sporen sofort die geeignetste Unterlage finden. Da gegen Lage und Witterung nichts, gegen Bodenbeschaffenheit im Großen wenig zu thun bleibt, muß sich die Aufmerksamkeit des Landwirths auf den dritten Punkt, auf die Fruchtfolge lenken. Es wird sich, sobald das häufigere Vorhandensein des Pilzes auf einem Kleefelde einmal constatirt ist, nur einjährige Benutzung und zeitiges Umbrechen

empfehlen. In solchen Wirthschaften aber, in welchen mehrjährig zu benutzende Futterfelder nicht entbehrt werden können und in deren Kleeschlägen sich der Pilz einmal eingenistet hat, bleibt vorläufig kein anderes Hülfsmittel, als das mehrjährige Aussetzen des Kleebaues und dessen Ersetzung durch reine Grassaat.

Nach einer vorläufigen Notiz von Wakker[1] ist ein Pilz, der in Größe und Form der Becher, Schläuche, Sporen und Paraphysen mit Sclerotinia Trifoliorum übereinstimmt, auch die Ursache des schwarzen Rotzes der Hyacinthenzwiebeln. Die Krankheit äußert sich im vorzeitigen Vergilben und Welken der Blätter, das häufig mit Fehlschlagen der Blüthen verbunden ist. In den unterirdischen Theilen erkennt man ein reichliches Mycel, das im Sommer zahlreiche kleine oder auch zusammenfließend größere, krustenartige Sclerotien in den Schuppen bildet, die zwischen anfangs noch saftigen, an der Luft aber schnell eintrocknenden, krustenlosen Schuppen liegen. Das Vorhandensein dieser schwarzen, inwendig weißen, festen Pilzmassen dürfte die schon von Meyn[2] richtig erkannte Krankheit von andern Hyacinthenkrankheiten leicht unterscheiden lassen. Es ist nicht unwahrscheinlich, daß der auch auf Scilla, Narcissus, Anemone u. a. Knollen- und Zwiebelgewächsen beobachtete schwarze Rotz von derselben Pilzspezies herrührt.

Da mir eingehendere Mittheilungen Wakker's nicht zu Gebote stehen, gebe ich einige eigene Beobachtungen über diese Krankheit.

Die bei rotzkranken Hyacinthen vorkommenden Sclerotien sah ich in zwei verschiedenen Formen auftreten: entweder halbkugelig bis kugelig 4—5 mm hoch, 8—12 mm breit und gehäuft oder flach als bis 2 cm breite Krusten mit unregelmäßig gelapptem Rande. Erstere sind häufiger am Zwiebelboden, Letztere öfter zwischen den Schuppen. Der Bruch des Dauermycels ist weiß, die Rinde schwarz, der Bau locker, die aufbauenden Fäden dickwandig und deutlich erkennbar, bis 20 Mik. dick bei etwa 5 Mik. Wanddicke. Die Randzellen des Sclerotiums sind enger, dichter und braunwandig, seine Oberfläche grubig, im Allgemeinen glatt und nur an einzelnen Stellen durch braune Fadenäste und abgelöste Randbrocken rauh. Bei manchen Exemplaren war der Sclerotialkörper mit Penicillium bedeckt und unter demselben in den Rindenschichten bisweilen etwas schleimig gelöst.

Bei dieser Ausbildung des Pilzes ist die erkrankte Zwiebel oft schon gänzlich trocken und die Schuppen zähe oder spröde, krustig; zwischen den Schuppen findet sich reichlich schwärzlicher durch Milben und andere Thiere hervorgebrachter Detritus. In anderen Fällen erscheint der Zwiebelkörper noch im Herzen und

---

[1]) Bot. Centralbl. 1883, Bd. XIV, S. 316.

[2]) Meyen: Pflanzen-Pathologie 1841, S. 168.

an der Basis der Schuppen fleischig und weiß, nach der Spitze zu gelblich-durchscheinend oder schon geschwärzt, brüchig. Nicht selten sieht man, ähnlich wie bei der Ringelkrankheit, kranke Schuppen zwischen weißen gesunden bis zum Zwiebelboden hinab sich ziehen; die erkrankten Theile sind aber hier nicht braun, sondern schwarz; die flachen Sclerotien entstehen auf der Innenseite der Schuppen, deren Inneres zunächst von sehr zahlreichen, farblosen, septirten, bisweilen knäuelartig-büscheligen, ästigen, anastomosirenden meist intercellular laufenden Mycelfäden durchsponnen ist. Größtentheils erst wenn das Schuppengewebe schon im Absterben begriffen ist, dringen dickere, schwach gebräunte oder auch farblose Hyphen, die Zellwände durchbohrend, tiefer in das Parenchym ein; die anfangs eintretenden Fäden sind sehr dünn und ganz farblos; sie scheinen bei ihrem Eindringen in die Zellwand die Membran zu lockern und aufquellend zu machen. Durch Chlorzinkjod erkennt man die blauen, gequollenen Mittellamellen und die gelben primären Wandungen, sowie die gelbe innere Auskleidung. Die Quellung der Mittellamellen kann derart zunehmen, daß die gelben Membrantheile zerreißen und auseinanderblättern. Die Verkorkung der Zellwände, die man häufig an einzelnen Schuppenparthien findet, wird nicht durch den Pilz hervorgerufen; man findet manche Zellen, an deren Innenwand (manchmal zwischen den Lamellen der Wand) reichlich Mycelfäden hinkriechen und doch hat diese Wandung noch Cellulosereaction. In den stark erkrankten Schuppen ist die sonst meist reichlich vorhandene Stärke fast ganz verschwunden.

Mit dem schwarzen Rotz gemeinschaftlich kann die Ringelkrankheit auftreten und auch die Anguillosis, deren Habitusbild ganz dasselbe wie bei der Ringelkrankheit ist. Indeß sieht man bald die unterscheidenden Merkmale, indem man bei den wurmkranken Schuppen die ausgewachsenen Thiere in braunrandigen, großen Lücken des Gewebes und nicht selten Eier, wie es scheint, auch innerhalb von Zellen findet. An dem jüngeren, noch weißfleischigen Schuppentheil sieht man eine Seite (meist die äußere) nicht mehr eine ebene, gewölbte Fläche darstellen, sondern durch convexe Ausbuchtungen runzelig-wulstig werden. Die Runzeln werden durch die radiale Streckung des subepidermal und tiefer liegenden Schuppenparenchyms hervorgebracht.

Der parasitäre Zustand bei den krankheiterzeugenden Pezizen ist der Mycelzustand; mit dem Augenblicke, wo eine Dauerform, das Sclerotium, eintritt, bedarf der Pilz zu seiner weiteren Entwicklung einer Nährpflanze nicht mehr. Die meisten Pezizen sind Saprophyten und auch bei einzelnen der weiter unten beschriebenen Schmarotzer ist der Parasitismus ein derartiger, daß er, um einzutreten, einen vorher saprophytisch ernährten Pilzkörper voraussetzt. Selbst dort, wo die Mycelien einen gesunden Pflanzentheil anzugreifen und zu zerstören im Stande sind, findet die Infection des Gewebes nicht unter allen Umständen statt, sobald Knospen oder Schlauchsporen auf die Pflanze gelangen. Nur wenn länger anhaltende Feuchtigkeit (häufig verbunden mit geringer Licht- und Wärmezufuhr) die Funktionen der Nährpflanze herabdrücken und damit die Quantität der Stoffumsatzprodukte verändern, bringen die durch derartige Wachsthumsverhältnisse grade begünstigten, saprophytisch gekräftigten Keimschläuche in den Pflanzentheil ein.

## Figurenerklärung.

Fig. 1 u. 2. Peziza ciborioides mit Fruchtträgern, die aus dem Dauermycel se entspringen; t die gebogenen Stiele der Becherchen, von denen 2b eine convexe, 1b die concave Form zeigt.

Fig. 3. Stück eines Sclerotialkörpers vergrößert; r Rinde, m Innengewebe.

Fig. 4. Theil einer Peziza-Scheibe; r Rinde, m Marktheil, s subhymeniale Schicht, h Hymenium, p Paraphysen, a Sporenschläuche.

Fig. 5, 6, 7. Einzelne Schläuche mit Sporen sp.

Fig. 8. Ascosporen in verschiedenen Stadien der Keimuug, b Sporidienbildung.

Fig. 9. Weiße Silberzwiebel mit Sclerotium Cepae. sc Sclerotialkörper.

Fig. 10. Zwei aus der Rinde von Sclerotium Cepae hervorgehende Conidienträger von Botrytis cana. b Basidie, a verzweigter Ast des Conidienstandes, c Conidienstand.

Fig. 11. Keimende Botrytis-Conidien; a haftscheibenartige Ausstülpung.

Im Anschluß an die vorige Krankheit erwähnen wir den

### Hanfkrebs (Peziza Kauffmanniana Tich.)

In ihrer Entwicklung der vorigen ähnlich ist die von Tichomiroff[1]) entdeckte obenerwähnte Peziza. Ein schimmelartiger Mycelanflug in der Markhöhle des Hanfstengels zeigt den Heerd an, wo vorzugsweise die sehr verschieden gestalteten, bis 2 cm großen, schwarzen Sclerotien im September gebildet werden. Die Mycelfäden bringen von der Rinde her, wobei sie selbst die festen Bastzellen durchbohren, durch die Markstrahlen in das Mark ein; bort vermehren sie sich durch Zweigbildung mittelst seitlicher Ausstülpungen, verschmelzen oft *H*förmig mit einander und bilden allmählich das lockere, mit lufthaltigen Lücken versehene Pseudoparenchym des Dauermycelkörpers. Aus demselben erheben sich bei der Kultur bisweilen schon im November, meist aber erst im folgenden April 2—7, anfangs als zugespitzte Cylinder hervorbrechende Fruchtbecherchen. Dieselben sind bald langgestielt, bisweilen verzweigt, bald stiellos. Die stiellosen Becherchen, welche erst auftreten, nachdem die gestielten zu Grunde gegangen, sind hellbraun und größer (bis $^1/_2$ cm Durchmesser) als die gestielten. Während bei Letzteren die Paraphysen vorherrschen, treten bei den größeren Scheiben die Sporenschläuche in den Vordergrund. Nur die Sporen der größeren Form keimten und zwar bisweilen schon innerhalb der Sporenschläuche, wie dies auch bei manchen andern Pilzen beobachtet worden ist. Die Sporen liegen zu acht in den Schläuchen. Ihre Keimschläuche wahrscheinlich sind es, die in den jugendlichen Hanfstengel eindringen und denselben mehr oder weniger beschädigen. Wurzel und Blätter erscheinen gänzlich verschont und auch die Fruchtbildung wird nicht immer verhindert, wohl aber leiden die Bastfasern, wegen welcher der Hanf gebauet wird. Obgleich die Krankheit bis jetzt nur im Gouvernement Smolensk beobachtet worden, so haben wir doch auch bei uns ein wachsames Auge nöthig, da die

[1]) Tichomiroff: Peziza Kauffmanniana, eine neue, aus Sclerotium stammende und auf Hanf schmarotzende Becherpilz-Spezies ꝛc. (Bull. soc. naturalistes de Moscou 1868. 2.), cit. in Hoffmann's Mykologischen Berichten 1870, S. 42.

Nährpflanze des Schmarotzers zu unseren Kulturpflanzen gehört. Ein anderes Mittel, als den Hanfbau auf dem erkrankten Schlage mehrere Jahre auszusetzen, wird sich kaum finden lassen.

Nach den neuesten Untersuchungen von de Bary[1]) ist es kaum zweifelhaft, daß die den Hanfkrebs erzeugende Peziza identisch mit der noch manche andere Sclerotienkrankheiten hervorrufenden Sclerotinia **Libertiana Fuck. (Peziza Sclerotiorum Lib.)** ist. Wenigstens haben die von de Bary sowohl an abgeschnittenen Zweigen als auch an einer jungen Topfpflanze mit Mycel ausgeführten Impfversuche ergeben, daß dasselbe in die Hanfpflanze eindringen, dort Sclerotien bilden und die Nährpflanze zum Absterben bringen kann.

Durch die obenerwähnte de Bary'sche Arbeit hat dieser Pilz ein hervorragendes Interesse gewonnen, da wir durch ihn einen weiteren Einblick in das Wesen des Parasitismus und in das Vorhandensein spezifischer Dispositionen für Pilzerkrankungen erlangen.

Von manchen ihr ähnlichen Arten unterscheidet sich diese zimmetfarbige, bei großer Trockenheit weißlich werdende Peziza, deren Größe und Gestalt bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, durch einen trichterförmigen, engen, in den Stiel sich fortsetzenden Canal, der durch die conische Vertiefung des Centrums der concaven, flachen oder gar bisweilen convexen, in der Hymenialschicht dunkler als auf der Außenseite gefärbten Scheibe eingeleitet wird. Die Innenseite der Scheibe ist von der Schlauchschicht ausgekleidet; die farblosen, ellipsoidischen Ascosporen sind durchschnittlich 11—12 Mik. flang und 4,5 bis 6 Mik. breit. Bei tiefer Lage des flach polsterförmigen, mit concaver Seite dem Mycel zugewendet gewesenen, matt schwarzen, fein höckerigen Sclerotiums wird der an seiner Basis dunkelbraune bis schwärzliche Stiel der Peziza bisweilen bis 5 cm lang, um die Scheibe über die Bodenoberfläche zu bringen.

Die Sporen können bald nach ihrer Ejaculation keimen; in reinem Wasser aber steht das Wachsthum des kurzen Keimschlauches alsbald still; erst in Nährlösung oder auf zusagendem festen Nährboden entwickelt er sich zu einem reichen, bald wieder Sclerotien bildenden Mycel, dessen farblose, eine verschleimende Oberfläche zeigende, im Alter mit oxalsaurem Kalk inkrustirte Fäden bei Behandlung mit wässeriger Jodlösung die Errera'sche rothbraune Glycogen Reaction zeigen. Oft in ganz jugendlichem Zustande schon bildet das Mycel, sobald es bei seinem Wachsthum in feuchter Luft auf größeren Widerstand trifft, quastenartige sehr glycogenreiche Büschel von kurzzelligen Zweigen (Haftbüschel), deren stumpfe Enden sich auf die Fläche des Substrates aufstemmen. Finden diese Haftorgane keine Unterlage zum Eindringen, dann sterben sie ab unter Braunfärbung der Membran-Innenschicht.[2]) Meistens haben aber die Mycelfäden Gelegenheit, in ein zusagendes Medium einzudringen, da sie keineswegs wählerisch sind, sondern sich auf todten Stengeln, Blättern, Rüben, Früchten aller Art ansiedeln. Das Wichtigste ist, daß der Pilz leicht auch parasitisch wird. Abgesehen von seinen Angriffen auf reife Obstfrüchte, die de Bary an die Grenze zwischen lebende und todte Gewebe stellt, ergreift die Sclerotinia namentlich die Rübenkörper von Brassica und Daucus in

---

[1]) de Bary: Ueber einige Sclerotinien und Sclerotienkrankheiten. Bot. Z. 1886, Nr. 22—27.

S. auch: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig 1884, S. 22, 56, 216.

[2]) Auch Peziza (Sclerotinia) tuberosa, ciborioides, Fuckeliana und ihr dazu gehöriger Botrytis cinerea bilden derartige Haftbüschel. de Bary: Morphologie und Biologie der Pilze. 1884, S. 22.

den Aufbewahrungsräumen und wird dort außerordentlich leicht gefährlich. Man sieht dann den Rübenkörper meist von einem bisweilen 1 cm hohen, weißen Mycelflaum umwachsen und darunter eine Anzahl Fäden durch das Periderm in das Innere eingedrungen. Diese spinnen sich meist zwischen, theilweis auch durch die Zellen der oberen Rindenschichten und gehen spärlich selbst bis zum Marke vor. Der umsponnene Rübenkörper wird weich und jauchend. Die Verjauchung und der breiartige Zerfall erstreckt sich auch auf weitere Gewebemassen, die über die Region der Pilzfäden hinausgehen. Unter dem Filz auf der Oberfläche der Möhre entstehen dabei die kuchenförmigen Sclerotien, welche bei der großen Ueppigkeit nicht selten zu breiten Massen verschmelzen. Auf den Rüben von Beta und Raphanus, sowie auf den Knollen von Solanum tuberosum und Helianthus tuberosus ist die Pilzvegetation und Sclerotienbildung viel kümmerlicher als auf der Möhre. Minder leicht im natürlichen Vorkommen, aber sehr in die Augen springend bei künstlichen Infectionen sind auch die Angriffe des Mycels auf Keimpflanzen und selbst erwachsene Stengel kraut'ger Dicotylen. Auch hier werden die Organe ganz oder theilweis getödtet. Als besonders empfindlich fand de Bary die blühenden Stöcke von Bohnen (Phaseolus vulgaris) und Petunien (Petunia violacea und nyctagyniflora), sowie Zinnia elegans. Hier ist aber der Pilz äußerlich in der Regel wenig bemerkbar. Die Rinden- und Markzellen der bisweilen von der Basis bis zur Spitze durchwachsenen Pflanze lassen Wasser austreten und fallen zusammen, so daß alsbald ein Vertrocknen und Ausbleichen zu charakteristischer Strohfarbe des befallenen Theiles die Folge ist. Die Sclerotienbildung tritt hier im Markraume auf und diesem Raume paßt sich die Gestalt der Dauermycelkörper an; man findet dieselben hier in Cylinderform, ähnlich den Mausexcrementen. In weiteren Höhlungen, wie im Innern der Bohnenhülsen wird die Gestalt unregelmäßig.

In sehr feuchter Atmosphäre entwickeln sich Mycelbüschel und Sclerotien auch auf der Oberfläche der befallenen Stengel.

Der Hauptpunkt der de Bary'schen Arbeit ist nun der Nachweis, daß diese so weit verbreitete und vielfach parasitär auftretende Peziza selbst in die zusagendsten Unterlagen nicht eindringt, wenn die Sporen auf den Pflanzentheil ausgesäet werden. Diese keimen dann nur so schwächlich aus, wie in Wasser. Erst wenn der Keimschlauch vorher saprophytisch ernährt und dadurch zum gekräftigten Mycel herangewachsen ist, wird der Pilz infectionstüchtig.

Von den Stücken einer Mohrrübe wurden einzelne durch Eintauchen in heißes Wasser getödtet und diese, sowie die lebendig belassenen Stücke mit Pezizasporen besäet. Während auf den gebrühten Stücken schon nach 24 Stunden das weiße Mycel sichtbar war und sich sclerotienbildend schnell weiter verbreitete, auch auf das innere, nicht getödtete Gewebe überging, blieben die ungebrühten Rübenstücke wochenlang gesund trotz der vielen auf ihnen liegenden Pezizasporen. Dieselben hatten aber nur kurze Keimschläuche getrieben. Wenn dagegen ein Tropfen Nährlösung auf die lebende Möhre zu den keimenden Sporen gebracht wurde oder schon entwickelte Mycelmassen zur Verwendung gelangten, erlag das gesunde Rübenstück wie ein gebrühtes. Petuniensämlinge, welche eben die Cotylebonen entfaltet hatten, wurden in reinem Wasser auf dem Objektträger mit Pezizasporen in Berührung gebracht. Die Sporen trieben ihre kurzen Keimschläuche, aber die Pflänzchen blieben gesund; nach Zuführung von Nährlösung trat aber sofort lebhaftes Wachsthum der Keimschläuche und Eindringen derselben in die in Folge dessen zu Grunde gehenden Nährpflanzen ein.

Nothwendigerweise müssen die übrigen Vegetationsfactoren für die Pilzentwicklung als günstig vorausgesetzt werden. Es gehört dahin in erster Linie reichliche Zufuhr von wasser- und sauerstoffhaltiger Luft. In dichte Gewebe dringt das Mycel weniger tief

als in solche mit größeren Lufträumen. Gegen Lichteinwirkungen ist der Pilz ziemlich indifferent. Betreffs der Temperaturansprüche bewegt er sich in weiter Scala. Schon bei einigen Graden über 0 wächst er kräftig, bei + 20° C. sehr üppig. In seinem Nährstoffbedürfniß gleicht er andern Schimmelpilzen: Fruchtsäfte, 5—10% Lösungen von Traubenzucker mit Pepton oder weinsaurem Ammoniak oder Salmiak als Stickstoffquellen neben den nöthigen Aschenbestandtheilen geben gute Entwicklung. Der Pilz gedeiht nicht blos in saurer, sondern auch noch in neutraler Lösung unter Bildung sehr reicher Mengen von Oxalsäure; diese ist an den alten Hyphen als Kalksalz, in den vom entstehenden Sclerotium ausgeschiedenen Tropfen als Kaliumsalz vorhanden. Eine Aschenanalyse reifer Sclerotien ergab nur 0,39% Kalk, aber 25,87% Kali, 18,89% Natron und 48,67% Phosphorsäure. Betreffs der Entstehung der Oxalsäure ist de Bary der Ansicht, daß durch das Mycel ein Theil des nicht zu Bauzwecken verwendeten Zuckers zu Oxalsäure oxydirt wird; die Säure tritt in der Form des Kaliumsalzes aus und dieses setzt sich an den Pilzmembranen zu Kalkoxalat um. Mir will, da die jungen Hyphenenden die Incrustationen nicht haben, sondern erst die stets wohl eine leichte Verschleimung zeigenden, älteren Membranen die Annahme nicht ausgeschlossen scheinen, daß neben der im Innern produzirten Oxalsäure ein Theil auch durch Oxydation der äußeren, älteren Membranlamellen entsteht.

Wenn ein saprophytes Mycel Gelegenheit zum parasitischen Angriff bekommt, sieht man einen Theil der Mycelfäden sich zu den obenerwähnten Haftbüscheln ausbilden, deren Enden sich fest auf die Epidermis aufstülpen. Bald darauf beginnen die darunter liegenden Epidermiszellen abzusterben und nun setzt sich die Bräunung, Erschlaffung und schließliche Erweichung des Gewebes auch in die Tiefe des hypodermen Parenchyms fort. Erst nachdem diese Desorganisationserscheinungen eingetreten sind, beginnen die Enden des Haftbüschels Zweige zu treiben, welche theils auf der Außenfläche der Cuticula hinlaufen, theils aber in die erweichten Epidermiszellen unter Sprengung der Cuticularbekleidung eindringen. Dieses Eindringen der Hyphen von den Haftbüscheln aus geschieht nur dann, wenn die Fäden, die durch feuchte Luft oder eine dünne Wasserschicht gewachsen sind, auf eine Epidermis auftreffen, aber nicht innerhalb einer Nährlösung; in dieser findet gar keine Büschelbildung (die erst durch den mechanischen Reiz eines Widerstand bildenden Körpers ähnlich wie bei den Ampelopsis-Ranken hervorgerufen wird) statt, sondern die einzelnen Fadenenden dringen direkt in die Epidermis ein.

Aus dieser Art des Eindringens des Pilzes ist zu ersehen, daß zuerst das aufstoßende Mycel durch Abgabe einer Flüssigkeit die Gewebe der Nährpflanze vergiftet und der bei dem nun folgenden Collabiren der Zellen austretende Saft dem Mycel zur Ernährung dient. Das Absterben der Nährzellen und Verschwinden der Luft aus den Intercellularräumen geht weit über die Orte, welche vom meist intercellular verlaufenden Mycel durchzogen worden, hinaus. Das Eindringen der Fäden erfolgt anscheinend nicht durch Perforation der Zellwände, sondern in der gelockerten Mittellamelle zweier anstoßenden Epidermiszellen, so daß man also eine die Cellulose lösende Eigenschaft des Giftes annehmen kann.

Betreffs der Natur des Giftes läßt sich zunächst constatiren, daß der aus pilzbehaftetem Gewebe von Daucus und Brassica Napus ausgepreßte Saft die Eigenschaft besitzt, in wenigen Stunden unter Auftreten von Plasmolyse, Quellung der Zellwände und Lockerung des Zellverbands eine Zerstörung gesunden Nährgewebes von Schnitten einzuleiten. Auf die unverletzte Oberfläche eines Internodiums gebrachte Preßtropfen wirken äußerst langsam, weil die Cuticula einen starken Schutz gewährt; wird dieselbe aber auch nur wenig verletzt, erfolgt die Zerstörung des Gewebes sehr bald. Der lösend wirkende, stark saure Preßsaft enthielt viel die Fehling'sche Lösung reduzirende

Kohlehydrate, wenig Eiweißstoffe, keine flüchtigen Säuren, aber relativ viel Oxalsäure. Indeß ist Oxalsäure nicht das wirksame Angriffsmittel des Pilzes, da die in wässerige Lösung von Säure oder von Kleesalz gebrachten Schnitte nicht die charakteristischen Zersetzungserscheinungen zeigten. Durch kurzes Aufkochen verliert der Saft seine Giftwirkung, die vielmehr nach den auftretenden Reactionen an ein in saurer Lösung die Zellwand auflösendes, ungeformtes Ferment oder Enzym gebunden zu sein scheint.

Sobald also der Pilz über die ersten Jugendstadien hinaus ist und sein Mycel so weit erstarkt ist, daß die Fäden die enzymatische Flüssigkeit abscheiden, ist er zu parasitärem Angriff geeignet; jedes ältere Mycel ist also infectionstüchtig. Die Anzahl der Erkrankungsfälle würde also zunächst von der Leichtigkeit der Verbreitung des Parasiten abhängen und diese ist eine ziemlich große; denn abgesehen von der Vermehrung durch die in der warmen Jahreszeit reifenden Ascosporen, ist auch das Sclerotium im Stande, in Nährflüssigkeit ein infectionstüchtiges Mycel aussprossen zu lassen. Von Brefeld[1]) werden auch noch kugelige Conidien (sog. „zweifelhafte Spermatien" dBy.) angegeben, die aber bisher nicht keimend beobachtet worden sind; dagegen sind sowohl die Paraphysen als auch die Schläuche bildenden Fäden des Becherchens in Nährlösung fähig, vegetativ auszusprossen und neue Mycelien zu erzeugen.

Bei dieser Leichtigkeit der Vermehrung kann der Umstand, daß nicht allgemeinere Erkrankung der vielen Nährpflanzen eintritt, nicht anders erklärt werden, als daß auch eine Prädisposition der Nährpflanze dazu gehört.

Thatsächlich wird nun von de Bary ein ausführliches Beweismaterial für das Vorhandensein prädisponirender Zustände beigebracht, und dadurch die von mir vertretene, im ganzen Buche zum Ausdruck gebrachte Anschauung von der Existenz einer Prädisposition in erfreulichster Weise gestützt.[2])

Beispiele von einem Auftreten der Krankheiten in eng begrenzten Lokalitäten liefert ein Fall von einer Sclerotienkrankheit der Kartoffeln in Norwegen. Das Solanum tuberosum wird nach Blytt in zwei Distrikten von Norwegen seit mindestens 20 Jahren bald nach der Blüthezeit befallen und die Ernte bisweilen wesentlich geschädigt. In den übrigen Theilen Norwegens, sowie in Deutschland und der Schweiz ist die Krankheit unbekannt.

Wenn man frägt, in welcher Art bei vorliegendem Pilze die Prädisposition sich zeigte, so ergaben die Infectionsversuche, daß der normale Jugendzustand das Stadium darstellt, in welchem sehr viele, vielleicht alle dikotylen Pflanzen[3]) dem Pilze erliegen können. De Bary fand als infectionsfähig außer den schon früher genannten Pflanzen von **Petunia, Zinnia, Phaseolus** und **Vicia Faba** noch die jungen Sämlinge von **Datura Stramonium, Lycopersicum esculentum, Trifolium, Viola tricolor, Helianthus annuus, Senecio vulgaris, Brassica Rapa** und **Napus, Lepidium sativum** und **Phaseolus multiflorus**. Auch junge Kartoffeltriebe wurden nach Infection auf die Internodien sofort ergriffen und in wenigen Tagen zerstört. Eine Anzahl der genannten Pflanzen wird in älteren Entwicklungsstadien nicht mehr vom Pilz angegriffen und selbst

---

[1]) Brefeld: Schimmelpilze IV, S. 121.

[2]) Morphologie und Biologie 1884, S. 410; Bot. Zeit. 1886, Nr. 25.

[3]) Bei Monocotylen (Weizen, Mais) sah de Bary wohl ein Eindringen des Mycels und ein reichliches Verzweigen desselben im Parenchym, das auch in Folge dessen zerstört wurde; aber die Zerstörung breitet sich nicht viel über die Infectionsstelle hinaus weiter aus. Die erkrankte Stelle vertrocknet und die Pflanze bleibt sonst gesund. Bei **Hyacinthus** konnte nicht einmal ein Eindringen des Mycels an Blättern oder Schuppen beobachtet werden.

die für Angriffe stets empfänglichen zeigen in verschiedenen Lokalitäten und in einzelnen Individuen eine große Infectionsunempfänglichkeit. Aus diesen Beobachtungen ergiebt sich der Schluß, den wir mit de Bary's Worten aussprechen: „Der Grund der Resistenz muß hiernach liegen in Eigenschaften der Gewebe, welche die erwachsenen Theile haben und die jugendlichen noch nicht; jener der individuellen Verschiedenheiten in individuell ungleicher Umänderung der jugendlichen Eigenschaften in die erwachsenen; und die lokalen Verschiedenheiten darin, daß jene Umänderung aus örtlichen Gründen in verschiedenem Maße erreicht wird."

In erster Linie wird die relative Weichheit der Membranen, deren geringe Elastizität und Biegungsfestigkeit in Betracht kommen; verholzte oder verkorkte Membranen werden vom Enzym der Sclerotinia nicht angegriffen. Daß aber auch der Zellinhalt maßgebend für die Empfänglichkeit ist, dürfte meines Erachtens mit Sicherheit anzunehmen sein. Jedenfalls ist die Menge des Imbibitionswassers der Membranen von bedeutendem Einfluß, was bei den Kühn'schen Beobachtungen über Brandpilze schon erwähnt worden ist. Der Charakter der Imbibitionsflüssigkeit wird aber mit den Veränderungen der Zellflüssigkeit ebenfalls wechseln, da nicht anzunehmen ist, daß nur reines Wasser die Membranen durchtränkt. Daß später, wenn der Mycelfaden erst in das Innere der Zellen gedrungen, die größere oder geringere Nahrhaftigkeit des Zellinhalts für des Parasiten weitere Entwicklung maßgebend wird, ist selbstverständlich.

Da aber die stoffliche und gestaltliche Ausbildung der Pflanze bis zu einem gewissen Grade der Ausdruck von der Menge und Combination der wirksamen Vegetationsfaktoren einer bestimmten Lokalität sind, so erklärt sich auch die verschiedene Pilzempfänglichkeit bei Individuen derselben Spezies in verschiedenen Lokalitäten. Als Beispiel kann der von de Bary angeführte Fall gelten, daß die mageren, sonnigen Bohnenbeete im Straßburger Botanischen Garten immun blieben, während die in sehr feuchter Lage am Bodensee befindlichen, sehr kräftigen und besonders ertragreichen Beete dauernd starke Erkrankung zeigten. Das damit verbundene, tiefe Sinken der Transpiration wird schon durch den größeren Wassergehalt der Membranen disponirend wirken. Sehr richtig sagt dabei de Bary: „Von einer im allgemeinen Sinne „krankhaften" Disposition kann daher keine Rede sein.

Wir haben über die de Bary'schen Untersuchungen darum so eingehend referirt, weil wir der Ueberzeugung sind, daß diese verschiedene Prädisposition nach Individuum und Lokalität nicht nur für alle Sclerotinien, sondern für die Mehrzahl der parasitären Pilze überhaupt sich wird nachweisen lassen und daß somit, wie wir schon früher erwähnt, die weiteren Fortschritte der Pathologie wesentlich in dem Studium der Unterschiede zwischen immunen und empfänglichen Individuen bestehen müssen. Im Anschluß daran muß unser Bestreben darauf gerichtet sein, durch rationelles Kulturverfahren die eine größere Empfänglichkeit bedingenden Eigenschaften der Pflanzen zu ändern.

Einen noch ärgeren Feind als die vorstehende Peziza haben wir in der Sclerotinia Fuckeliana vor uns, deren Conidienform, als Botrytis cinerea Pers. (Bot. cana Schm. et Kze.) bekannt, die allein schädigende Angriffsform des Pilzes ist. Als Beispiel einer hierher gehörigen Krankheit führen wir an die

## Sclerotienkrankheit (das Verschimmeln) der Speisezwiebeln.

Grade die feinste Speisezwiebel, die „weiße Silberzwiebel", (Taf. XII., Fig. 9) leidet am meisten. Fig. 9 s c sind die gehäuft stehenden Sclerotien. Bei allen Sorten zeigt sich die Krankheit vorzugsweise am Aufbewahrungsorte, an welchem in kurzer Zeit eine Zwiebel die andere ansteckt. Im Freien ist sie nur bei aufmerksamerem Nachsuchen

aufzufinden. Die kranken Pflanzen verrathen sich durch gelblichere Färbung des Laubes und etwas schlafferes Aussehen.

Untersucht man solche Exemplare genauer, so bemerkt man an einzelnen äußeren, noch saftigen Zwiebelschuppen stellenweise eine Verfärbung; die verfärbte Stelle ist etwas eingesunken. An anderen Exemplaren sieht man auf diesen eingesunkenen Stellen ein lockeres weißes oder dichteres weiß-graues bis aschgraues Schimmelgewebe, das sehr schnell sich ausbreitet. Die weiße Farbe rührt von dem Mycel des Schimmelpilzes, die graue von den zahlreich entwickelten Knospen (Conidien) (Taf. XII, Fig. 10c) her, welche auf sehr zierlichen, einfachen oder schwach verzweigten Trägern (Basidien) stehen. (Taf. XII, Fig. 10b). An der Spitze jeder Basidie tritt eine Bildung quirlförmig stehender Aeste ein, von denen die untersten die längsten sind; die unteren Aeste verzweigen sich in der Regel wieder (Fig. 10a) und diese an ihrem Gipfel blasig aufgetriebenen Zweige tragen an sehr feinen Stielchen rings auf ihrer Oberfläche die ovalen bis eirunden Knospen. Diese Knospen haben eine Länge von 0,0075—0,0125 mm und eine Breite von 0,005 bis 0,01 mm; sie vergrößern sich vor der Keimung bis auf 0,014 mm Länge. Meist schon an dem auf die Aussaat folgenden Tage tritt ein farbloser Keimschlauch heraus; bisweilen entwickeln sich zwei an entgegengesetzten Seiten der Conidie.

Die farblosen, alsbald mit Scheidewänden versehenen, welligen Keimschläuche (Taf. XII, Fig. 11) sah ich nicht in die Unterlage eindringen, sondern erst die Aeste eines etwas älter gewordenen, bisher auf der Oberfläche der Zwiebelschuppe hinkriechenden Mycels. Solche Aeste durchbohren in kurzer Zeit die Wandung der Oberhautzellen und verzweigen sich dann weiter im Inneren der Schuppe.

Nach 4—5 Tagen beginnt das bisher schlanke, gegliederte Mycel an der Spitze seiner Aeste kurze, dicke, hakenförmig gekrümmte, derbwandige, dunklere Verzweigungen anzulegen. Ursprünglich wachsen die sich bald braunfärbenden, welligen Zweige parallel nebeneinander; später verweben sie sich miteinander und, indem sie immer neue Sprossen durcheinander treiben, entsteht ein solider, erst wachsweicher, später harter, verschiedengestalteter Körper, der einen Dauerzustand des Pilzes darstellt und als Sclerotium Cepae in die Wissenschaft eingeführt worden ist. In Fig. 10 sehen wir die Randzellen eines Sclerotiums, von denen sich eine zu dem Conidienträger ausgebildet hat.

Wenn dieser Dauerzustand des Pilzes gebildet wird, ist die Zerstörung der Schuppen durch die Schimmelform schon so weit fortgeschritten, daß von einem Gebrauch der Zwiebel nicht mehr die Rede sein kann. Ein großer Theil der äußeren Schuppen ist bereits verschrumpft; die inneren, jüngeren, aber meist schon vom Mycel durchzogen und verfärbt.

Die Schimmelform, die ich für Botrytis cana (Pers.) Fr. halte, ist allein die gefährliche; ihr Mycel zerstört das Gewebe der Zwiebel, und zwar in der Regel mit außerordentlicher Schnelligkeit. Die Feuchtigkeit der gewöhnlichen Bodenräume, in denen sich die Zwiebeln über Winter befinden, genügt zur üppigen Entwicklung des Pilzes, und selbst im geheizten Zimmer setzt er seine Zerstörungen fort. Hier dienen die äußeren, hart zusammentrocknenden Schuppen als Schutz der inneren, deren Feuchtigkeit der Pilzvegetation zum Vortheile gereicht.

Aber selbst, wenn es gelingt, das Herz der Zwiebel vor Einwanderung des Pilzes zu schützen, ist damit doch wenig gewonnen. Werden solche Zwiebeln ausgepflanzt, entwickeln sie eine Anzahl kurzer, gelber Blätter und gehen dann zu Grunde.

Es wurde oben gesagt, daß die Zerstörung der Schuppen durch das Mycel des Botrytis eingeleitet, die Krankheit der Zwiebel also in der That durch den Pilz verursacht wird. Bei dem jetzt herrschenden Bestreben, alle Krankheiten durch Pilze erklären zu wollen, und dem daraus folgenden Heranziehen fäulnißbewohnender Pilze zu den echten

Parasiten, war es nothwendig, durch Impfversuche nachzuweisen, daß die gesunde Zwiebel in der That durch Aussaat von Pilzsporen krank gemacht werden kann.

Die ersten Versuche wurden am 10. Februar 1875 gemacht. Exemplare der weißen Silberzwiebel, die bisher trocken aufbewahrt gewesen und einige Meilen von hier gebaut worden waren, wurden mit Botrytis-Conidien geimpft, indem die äußeren trockenen Schuppen in die Höhe gehoben und auf die darunterliegende fleischige die Conidien gebracht wurden. Am 25. bereits war von der Impfstelle aus eine mit Conidienträgern bedeckte Stelle von 35 mm Länge und 20 mm Breite entstanden. Mitten in der grauen, lockeren Conidienmasse traten unregelmäßige Inseln eines dichten, weißlichen oder gelblich-grauen Filzgewebes auf. Wenn man solche Inseln frisch entblößt, sieht man, daß sie erhabener sind, als der graue, sich um dieselben hinziehende Conidienfilz. Der Querschnitt zeigt eine Zusammensetzung aus annähernd ganz parallelen Astbüscheln, deren einzelne Zweige bereits zu einer festen Masse verkittet sind. Es sind die Anlagen der Sclerotien. Ein Zweifel darüber, daß der Pilz die Krankheit hervorruft und gesunde Exemplare der Auflösung entgegenführt, kann demgemäß nicht obwalten.

Aber nicht immer gelingen die Impfversuche bei allen Zwiebeln, oder die Pilzvegetation verzögert ihre Angriffe auf die Nährpflanzen mehrere Wochen. Diese Fälle treten dann ein, wenn die Conidien mit der trockenen, unverletzten Schale einer gesunden Zwiebel in Berührung in hellen, trockenen Aufbewahrungsräumen bleiben. Entweder keimen die Conidien gar nicht, oder wenn man gekeimte Knospen gleich auf die Zwiebelschale aussäet, vertrocknen die Keimschläuche. Bringt man solche auf den unmittelbar über den saftigen Schuppen liegenden trockenen Schalen geimpfte Exemplare in feuchte Luft, dann sieht man, daß die Conidien am Leben bleiben, aber ungemein feine Mycelzweige bilden. Bei der „birnenförmigen Zwiebel“ sah ich später an den Impfstellen einzelne Oberhautzellen verfärbt und mit dendritisch verzweigtem, feinem Mycel ausgefüllt. Erst 8 Wochen nach der Impfung fand ich die ersten Spuren der Infection auf der darunterliegenden frischen Schuppe.

Es gehören somit zum Auftreten der Krankheit zwei Momente; das Vorhandensein der Pilzconidien und günstige Entwicklungsbedingungen für dieselben.

Da der Pilz zu den gewöhnlichsten Schimmelformen gehört, so ist mit ziemlicher Sicherheit anzunehmen, daß seine Knospen zu allen Zwiebelkulturen gelangen; daß aber die Krankheit sich nicht überall einstellt, oder in so geringem Maße vorhanden ist, daß sie den Augen der praktischen Züchter entgangen ist, dürfte darin seinen Grund haben, daß die günstigen Entwicklungsbedingungen für den Pilz zur Zeit seiner Einwanderung nicht da sind. Zu diesen Bedingungen gehören Feuchtigkeit und unbewegte Luft. Vorübergehende Regen werden eine Keimung der Knospen recht gut ermöglichen; aber die nachfolgende bewegte, trockene Luft wird die Keimschläuche vertrocknen lassen, bevor sie in die Pflanze eindringen. Kräftig vegetirende Blätter habe ich noch nicht von Botrytis erkrankt beobachtet. Die Infection scheint vorzugsweise an der Basis der Pflanze in der Nähe des Zwiebelhalses sich erfolgreich zu vollziehen. Hier sind die Bedingungen andere; 1. hält sich zwischen den Blättern die Feuchtigkeit länger; 2. wird der beschattete Boden an der Basis der Pflanze mehr Feuchtigkeit zurückhalten und dieselbe schwerer verlieren, da zwischen den Pflanzen die Circulation der Luft eine beschränktere ist. Je schwerer demnach und je wasserhaltender der Acker ist, um so eher wird sich der Pilz entwickeln, um so mehr Erkrankungsfälle werden sich zeigen. Und in der That stammen die mir bisher zugegangenen Zwiebeln aus schwerem Boden. Aber auch hierbei zeigen sich ganz ungemein große, von den Sorten abhängige Schwankungen in der Zahl der Erkrankungen. Während, wie oben bemerkt, die „weiße Silberzwiebel“ an 50% und mehr durch die Krankheit verliert, leiden die „schwefelgelbe“, die „birnenförmige“ und die „violette“ nur

in geringem Grade. Bei der unter dem Namen „Kartoffelzwiebel" bekannten, kleinen büscheligen, sehr festen Varietät habe ich noch keine Kranken gefunden.

Wenn die Bodenverhältnisse die Krankheit begünstigen, wird sich das beste Vorbeugungsmittel in der Auswahl einer passenden Varietät, flacher Pflanzung und der Benutzung eines gut durchlüfteten Bodens finden lassen.

Schroeter[1]) sah in den Wäldern die ausgedehnten Rasen von Allium ursinum bald nach der Blüthezeit durch Botrytis absterben. Wegen des Auftretens der Botrytisform, die bis jetzt als ausschließlich zu Sclerotinia Fuckeliana gehörig angenommen wird, ist hier eine von B. Frank[2]) genau studirte, aber zu Sclerotinia Libertiana gezogene Krankheit anzuschließen, nämlich

## die Sclerotienkrankheit des Rapses.

In dem beobachteten Falle epidemischer Ausbreitung zeigte sich die Krankheit dadurch an, daß im Juli die Pflanzen vorzeitig gelb wurden. Gewöhnlich in den mittleren oder unteren Stengelpartien erschienen bleiche Stellen, die allmählich in das grüne Gewebe übergingen. Die mißfarbigen Stellen zeigten die Rinde zusammengefallen oder fast geschwunden. In der Markröhre des Stengels und in der Rinde sitzen Dauermycelien, welche bald länglichrund bis krustenförmig, unregelmäßig warzig (Sclerotium compactum DC.), bald regelmäßiger halbkugelig (Scl. varium Pers.) mitunter aber auch dünn und schwielenartig gestreckt erscheinen (Scl. Brassicae Pers.) Dieselben entspringen von einem üppigen, Rinde und Holzkörper durchwuchernden Mycel, das sich als das Mycel von Botrytis cana (cinerea) entpuppt. Der Rapszerstörer ist also, wie es scheint, derselbe Feind, welcher die Sclerotienkrankheit der Zwiebeln hervorruft. Man darf sich nicht irre machen lassen, wenn die auf dem Rapsstengel etwa gefundenen Conidienformen von den auf Taf. XII, Fig. 10 von der Zwiebel abgebildeten Bäumchen abweichen. Je nach den Ernährungs-, Licht- und Feuchtigkeitsverhältnissen zeigen sich bei diesen Knospenbäumchen verschiedene Formen von Durchwachsungen und Verzweigungen des Knospenstandes, welche von Fresenius als ebensoviel verschiedene Arten aufgeführt worden sind (Botrytis vulgaris Fr., furcata Fres., plebeja Fres.). Die Conidien keimen ungemein schnell und wachsen auf Zuckerlösung, Pflaumendecoct und andern Medien schnell zu einem üppigen Mycel heran, zeigen also eine rein saprophyte Lebensweise; dasselbe gilt von dem auf der Rapspflanze gebildeten Mycel, welches auf dem todten Gewebe in derselben Kräftigkeit gedeiht, wie auf dem noch lebenden.

Wenn die Sclerotien in Erde ausgesäet werden, entwickeln sich aus ihnen etwa im März des folgenden Jahres einzeln oder zu mehreren auftretende Fruchtbecherchen. Dieselben sind bis 1 cm hoch, bräunlich-grau, gestielt, wachsartig fleischig und kahl; die eigentliche Scheibe des Becherchens ist anfangs concav, später flach, zuletzt durch Umschlagen des Randes fast convex und hellgrau. Nach diesem Fruchtkörper ist der Pilz als Peziza Sclerotiorum Lib. von B. Frank angesprochen worden. Die aus den Schläuchen herausgeschleuderten Sporen sind von Hamburg auf die Blätter von Rapskeimlingen ausgesäet worden; die Keimschläuche drangen theils durch die Spaltöffnungen, theils zwischen zwei Epidermiszellen hindurch und entwickelten sich zu einem Conidien tragenden und Sclerotien bildenden Mycel. Dasselbe Resultat erhielt B. Frank bei seinen Infectionsversuchen mit den Knospen von Botrytis. Die besäeten Keimpflanzen waren unter einer Glasglocke gehalten worden. Zweifellos ist, daß unter solchen Umständen der Pilz als echter Parasit auftreten kann. Zu beachten bleibt aber, daß die Nährpflanze bei der-

---

[1]) Hedwigia 1879.

[2]) Krankheiten der Pflanzen 1880, S. 530.

hineinziehen. Als reife Fruchtform entwickelt sich daraus die Peziza (Sclerotinia) Fuckeliana de By; die Conidienform ist, wie erwähnt, als Botrytis cinerea erkannt worden. Dieselbe Knospenform kommt auf dem flach streifenartigen Sclerotium durum Pers. vor, das man in Stengeln von Umbelliferen, Labiaten, Scrophularineen u. a. antrifft.

Als echten Parasiten betrachtet man den auf Carex auftretenden Pilz, dessen Sclerotium als Scl. sulcatum Desm. beschrieben, dessen vollkommene Becherfrucht als Peziza Duriaeana Tul bekannt ist. Im Halme von Scirpus-Arten kommt ein Scl. roseum Fr. vor, aus dem Peziza Curreyana Berk. gezogen worden ist. In Italien kommt im Halm der Reispflanze ein Sclerot. Oryzae vor. Auch andere Gräser werden von einem Dauermycelien bildenden Pilz befallen; aus dem anfangs weißen, später schwärzlichen Sclerotium (Sclerot. rhizodes Auersw.) ist eine Becherfrucht noch nicht erzogen worden; Conidien sind auch nicht bekannt. Frank beschreibt diese Sclerotienkrankheit der Grasblätter nach Beobachtungen an Dactylis glomerata, dem Knauelgrase, dessen Pflanzen ein eigenthümlich verkettetes Aussehen dadurch erlangen, daß die schon in der Knospenstellung erkrankenden Blätter mit ihren vertrockneten, eingerollten Spitzen in der Rolle des vorhergehenden Blattes stecken bleiben, während ihr unterer, meist gesunder Theil sich weiter streckt und bogig hervortritt. Die jungen, befallenen Triebe gehen vor der Blüthenbildung zu Grunde.

Die vorerwähnte Peziza tuberosa Bull. stammt aus Dauermycelien, welche an den Rhizomen der Anemone vorkommen. Die Conidienform besteht hier aus nußgroßen Fadenknäueln, deren Enden kettenförmig kugelige Sporen abschnüren. In den abgestorbenen Stengeln von Lupinus fand Cohn ein dem Scl. Semen gleich aussehendes, rapskorngroßes, kugeliges Dauermycel und Eidam constatirte später als dazu gehörige Conidienform Botrytis elegans Lk.

Mit der Peziza (Sclerotinia) Fuckeliana de By. am nächsten verwandt ist die Rutstroemia (Sclerotinia, Peziza) baccarum Schroet., welche die Ursache der

## Sclerotienkrankheit der Heidelbeeren

ist. Durch die Entwicklung eines hohlkugelförmigen Sclerotiums innerhalb der Beeren von Vaccinium Myrtillus erscheinen die Beeren weiß, so daß man sie für eine weißfrüchtige Abart halten kann. Die Außenfläche der Beeren ist frei von jeder Pilzbildung. Möglicherweise erhält die Krankheit alsbald eine größere wirthschaftliche Bedeutung, falls sich nachweisen läßt, daß die in den Oststaaten Nordamerika's beobachtete Fäulniß der im Großen angebauten „Cran berry“ (Vaccinium macrocarpon, Oxycoccus macrocarpus Pers.) mit der erwähnten Sclerotienkrankheit identisch ist.[1]) Schon jetzt ist sie von Woronin,[2]) der auch eine Conidienform des Pilzes entdeckt hat, auf Vaccinium Vitis Idaea, V. Oxycoccus und uliginosum nachgefunden worden. Die Conidien erscheinen auf den durch den Pilz getödteten Stengeltheilen und den Hauptnerven der Blattunterseite. Aus dem in der Rinde liegenden Pseudoparenchym des Pilzes brechen durch die Cuticula dichotom verzweigte, perlschnurartige Conidienketten, deren einzelne citronenförmige Glieder durch ein spindelförmiges Cellulosestück, „Disjunctor“, getrennt sind Die Conidien, die in reinem Wasser sich nur mit runden, nicht keimenden, spermatienähnlichen Gebilden bedecken, treiben auf den Narben der Vaccinium-Blüthen einen Keimschlauch, welcher, dem Wege der Pollenschläuche folgend, durch den Griffel in die Fruchtfächer hineinwächst und zum Sclerotien bildenden Mycel darin sich ausbildet.

---

[1]) S. Monthly reports of the department of agriculture. Washington, 1876.

[2]) 58. Vers. deutsch. Naturf. Straßburg 1885, cit. bot. Centralbl. 1885, Nr. 45, S. 188.

## Die Sclerotienkrankheit des Hopfenklee's.

Eine neue Sclerotienkrankheit bei Hopfenklee beschreibt Rostrup[1]), der in einem Kleeschlage sehr viele Pflanzen von Medicago lupulina absterben sah und die ausgegrabenen Pflanzen mit schwarzen, knollenförmigen Dauermycelien besetzt fand. Die im März ausgesäeten Pilzknollen entwickelten im Juni pfriemenförmige, schlanke, weiße, an der Basis röthliche Stielchen mit kugelförmigem, hellrothem Köpfchen von 0,5 mm Durchmesser. Die Oberfläche derselben war mit nadelförmigen Paraphysen und keulenförmigen Schläuchen besetzt, nach welchen Rostrup den Pilz zur Gattung Vibrissea zieht und die Art V. sclerotiorum Rostr. nennt.

Wenn wir aus den vorangegangenen Darstellungen erfahren, daß z. B. Peziza ciborioides auf Klee, eine davon nicht morphologisch unterscheidbare, also wahrscheinlich dieselbe Art auf Hyacinthen vorkommt, wenn wir ferner lesen, daß die den Rapsverderber darstellende Peziza durch Impfung auf Kleepflanzen sich übertragen läßt u. s. w., so wird die Vermuthung sehr nahe gelegt, daß die hier geschilderten Sclerotienkrankheiten sehr nahe mit einander morphologisch und biologisch verwandt sind, ja daß einige der bis jetzt als verschiedene Arten aufgefaßten Pezizen nur Standortsvarietäten einer einzigen weit verbreiteten Art sind.[2]) Bestärkt wird diese Vermuthung durch den von Coemans erbrachten Nachweis der ungemeinen Variabilität aller Entwicklungsformen der Peziza Sclerotiorum Lib.[3]), welche z. B. kugelige, gelappte, abgeplattete, convexe und cylindrische Dauermycelien produzirt, die theilweis das Sclerot. varium Pers. und dessen Varietät elongatum Chév. (auf Mohrrüben) theils compactum DC. und tectum Fr. (auf Rüben und Cichorienwurzeln) oder Scl. bullatum DC. (auf Runkeln) oder endlich auch Scl. sphaeriaeforme Lib. darstellen. Die Fruchtbecherchen sind ebenfalls derartig variabel, daß man eine Anzahl Varietäten, wie z. B. var. clavariformis, infundibuliformis, subturbinata und hypocrateriformis hat unterscheiden müssen. So spricht auch de Bary[4]) die Vermuthung aus, daß Pez. Candolleana Lév. (Sclerot. Pustula) und P. Fuckeliana (Sclerot. echinatum) mit einander identisch sind.

Wir werden somit kaum fehlgehen, wenn wir betreffs der Mittel gegen die Sclerotienkrankheiten von allgemeinen Gesichtspunkten in der Voraussetzung uns leiten lassen, daß die biologischen Verhältnisse der hier in Betracht kommenden Pilze sehr viel Verwandtschaftliches haben. Gegen das im

[1]) Oversigt over de i 1884 indlobene Foresporgsler angaaende Sygdomme hos Kulturplanter. cit. Bot. Centralbl. Bd XXIV, No. 2, 1885, No. 41, S. 48.

[2]) Hamburg bezeichnet direct Pez. cib. als Rapskrankheit. Bot. Centralbl. 1881. Bd. VII., S. 172.

[3]) Recherches sur la genèse et les metamorphoses de la Peziza Sclerotiorum Lib.

[4]) de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie der Pilze. Leipzig. 1884. S. 44. Hier findet sich auch eine Zusammenstellung der Sclerotien, aus denen Hymenomyceten sich entwickeln.

Pflanzentheil wuchernde Mycel kann man sich nur in der Weise wenden, daß man einfach die erkrankten Theile bis auf das gesunde Gewebe entfernt und verbrennt oder mit frisch gelöschtem Kalk verfaulen läßt. Da, wo eine Uebertragung durch im Erdboden vegetirendes Mycel zu befürchten steht, wird ständige, starke Bodendurchlüftung nebst Wechsel der Nährpflanzen anzurathen sein. In Krankheiten, welche sofort durch Anwehen der Conidien verbreitet werden können, ist es ein Haupterforderniß, die Bedingungen für das Eindringen der Keimschläuche möglichst ungünstig zugestalten; dies geschieht einerseits durch Erzeugung von Luftzug (bei Gewächshauspflanzen), um die stagnirende, feuchte Luft wegzuschaffen, andererseits geschieht dies durch Aufstellen der Pflanzen an warme, trockne und namentlich helle Orte, um die Assimilationsthätigkeit der Nährpflanze zu heben. Bei den Sclerotien bildenden Pezizen (Sclerotinien) dürfte der Kampf gegen das Dauermycel aber der erfolgreichste sein. Soweit als thunlich muß die Entfernung der mit Dauermycelien behafteten Pflanzentheile vorangehen; dann aber wende man sich gegen die auf oder in dem Boden verbliebenen Pilzkörper durch Aufbringen frisch gelöschten Kalkes auf den Boden.

## Der Lärchenbrand (Lärchenkrebs) (Peziza Willkommii Htg.).

Die mit dem zunehmenden Anbau der Lärche in der Ebene an Ausbreitung gewinnende Krankheit ist dem bloßen Auge dadurch kenntlich, daß die älteren Holztheile mehr oder weniger die Achse umfassende, eingesunkene, abgestorbene Rindenstellen zeigen, unter denen das Wachsthum des Holzkörpers erloschen, dafür aber in der Umgebung gesteigert ist, so daß die Achse dadurch an der Stelle eine bandartige Verbreiterung erfährt. In der Mehrzahl der Fälle befinden sich in der Mittelregion der todten Stelle abgestorbene Zweigstumpfe, welche es wahrscheinlich machen, daß um derartige Zweigbasen herum die Krankheit begonnen hat. Die Rinde bleibt auf dem Holzkörper aufgetrocknet; an der Peripherie der abgestorbenen Stelle bei dem Uebergange in das gesunde Gewebe ist meist, aber nicht immer, eine größere Anzahl der kleinen, weißlichen, mit rother Scheibe versehenen Fruchtbecherchen des obenerwähnten Pilzes zu finden, der nach R. Hartig eine der Lärche spezifische parasitische Art darstellt, während eine äußerlich ähnliche, aber durch ihre Sporengröße verschiedene Art als saprophyter Pilz auf Lärchen und anderen Bäumen (Tannen und Fichten) vorkommt.[1])

[1]) Der anfangs als Corticium amorphum Fr., Peziza amorpha Pers., Pez. calycina Schum., Aleurodiscus amorphus Rab. (Hedwigia 1874, S. 184) und schließlich als Peziza Willkommii R. Htg. angesprochene Pilz ist auch von Cooke (Grevillea 1876, S. 169) untersucht worden. Derselbe behauptet, daß die Sporengröße eine außerordentlich variable sei.

Nach Willkomm's Beobachtungen werden am meisten Pflanzen bis zu 15jährigem Alter von der Krankheit heimgesucht, und zwar zeigt sich dieselbe in der Regel in Thälern, Mulden und den unteren Berglagen, wo reine Lärchenbestände anzutreffen sind. Nasser Boden scheint ihrer Ausbreitung förderlich zu sein.

Das erste Symptom, das bald im Frühling, bald erst im Sommer auftritt, ist das Gelbwerden und Welken der Nadeln von einzelnen Aesten oder wohl auch vom ganzen Wipfel. Gewöhnlich findet man unterhalb der Stelle, wo die gelben Nadelbüschel beginnen, am Stamme einen Harzausfluß aus einer aufgeborstenen, abnorm verdickten Rindenstelle. Die befallenen Zweige sterben alsbald von der Spitze aus ab. In manchen Fällen sieht man keinen Harzausfluß und keine bloßgelegte, todte Holzstelle mit Ueberwallungsrändern, die als Krebs bezeichnet worden ist. Der Sitz der Krankheit ist dann an der Ursprungsstelle der Zweige zu suchen, wo die Rinde abnorm verdickt oder schon der ganzen Länge nach aufgelockert und welk erscheint.

In dem Maße, als die Aeste abzusterben fortfahren, bilden sich am Stamme mehr und mehr Nadelbüschel mit oft sehr langen Nadeln aus. Im letzten Stadium pflegt der Baum etwa im Juni noch einzelne fadenförmige, dünn benadelte, schlaffe Stammsprossen zu treiben, die noch vor Ende der Vegetationsperiode welken, worauf alsbald das Absterben des ganzen Stammes folgt.

Dies sind die Erscheinungen bei einem langsamen (chronischen) Verlaufe der Krankheit, der bis 7 Jahre dauern kann; es giebt aber auch eine akute Krankheitsform. Es welken dann alle Nadelbüschel gleich nach oder noch während der Entwicklung im Frühjahre und der Baum geht noch in demselben Jahre zu Grunde. Bei 4—5jährigen Saatkämpen zeigen die Pflanzen in der Regel an der Stammbasis verdickte, gelockerte Rinde und Harzausfluß. Die Krebsstelle zeigt sich zuerst als mattglänzender, eingesunkener Fleck mit glatter Oberfläche und wulstigen Rändern; bald platzt dann die Rinde längs des Wulstrandes und der Harzausfluß beginnt. Cambium und Splint erscheinen vertrocknet und schwärzlich, während die Ränder immer weiter aufreißen, verharzen und so die Stelle vergrößern. Ein Zweig über solcher Krebsstelle wird rasch trocken. An der der Krebsstelle entgegengesetzten Seite des Stammes findet der jährliche Holzzuwachs noch statt und dadurch entsteht die einseitige Anschwellung.

Auf den jungen Krebsstellen, besonders an den aufgetriebenen Rändern brechen kleine, weißliche Pusteln hervor, von denen sich schließlich einzelne in flache, außen weiß filzige, innen orangerothe, glatte Schüsselchen umwandeln, die mittelst eines kurzen, dicken Stieles aufsitzen. Diese stellen die entwickelten Fruchtkörper der Peziza dar: sie entspringen von einem unter ihnen reichlich vorhandenen Mycel, das in der kranken, sich speckig schneidenden, harzdurchtränkten Rinde wuchert. Viele Zellen der Rinde sind collabirt und mit einer

krumigen, gelb-rothbraunen Masse angefüllt; in Folge der Zerreißung des Gewebes entstehen zahlreiche Hohlräume, die mit dem Mycel mehr oder minder reich durchzogen sind. Die Mycelfäden verlaufen zuerst in den Intercellulargängen; später dringen sie, am liebsten durch die Tüpfel, in das Zellinnere; dabei löst sich zunächst die Intercellularsubstanz auf; später folgen die Zellwände selbst nach.

Das jugendliche Mycel besteht aus farblosen, äußerst zarten, sich dichotomisch verzweigenden, vereinzelte röthlich-gelbe Tröpfchen enthaltenden Fäden, in denen keine Querwände erkannt werden. Diese Fäden nehmen allmählich an Durchmesser zu und wachsen mitunter zu breiten, doppelt contourirten, mit gelblicher Wandung und undeutlichen Querwänden versehenen Schläuchen heran, welche große Neigung haben, mit einander zu verschmelzen. Der junge Fruchtträger erhebt sich in Form einer weißlichen Warze, deren Spitze allmählich kolbig anschwillt, wobei sie sich gleichzeitig in der Mitte ihrer Oberfläche zu vertiefen beginnt. Später öffnet sich oben die Rindenschicht durch ein rundes Loch und das orangerothe Hymenium wird sichtbar, umgeben von den vorstehenden Enden der den Fruchtkörper zusammensetzenden Fäden, wodurch die haarige Beschaffenheit desselben bedingt wird.

Die Hymenialschicht der sich bei Trockenheit wieder schließenden Becherchen besteht aus keulenförmigen Sporenschläuchen und dazwischen liegenden, längeren Paraphysen. Unter dem Hymenium liegt ein sehr engmaschiges, schleimig-filziges Gewebe mit gelb-röthlichem Fettinhalte. Jeder Schlauch enthält 8 röthliche Sporen, welche an der Spitze austreten und im Juni keimend beobachtet wurden.

In der Nähe der durchbrechenden Fruchtkörper entstehen in den Rindenhohlräumen mehrkammerige Höhlungen aus Pilzfäden. Die radial nach innen gestellten, verzweigten Fadenenden jeder Kammer schnüren längliche, in Wasser träge schwankende oder zitternde Körperchen ab, die als Spermatien aufzufassen sind. Die sie bergenden Spermogonien brechen später als kleine, konische, weiße Pusteln durch die Rinde und veranlassen zunächst die Krebsstellen.

Die länglichen, bisweilen zweizelligen, mit farbloser, doppelt contourirter Wandung versehenen Sporen keimen vereinzelt schon nach 24 Stunden. Die jungen Keimschläuche bilden dabei bisweilen entfernt stehende Scheidewände, sowie fast rechtwinklig abgehende Aeste, die an ihrer Ursprungsstelle oft eine Einschnürung mit leichter Anschwellung darüber erkennen lassen.

Wir rechnen den vielfach besprochenen Pilz[1]) zu den Wundparasiten, der erst dann sich bei für ihn günstigen Witterungsverhältnissen auf der Lärchenrinde entwickeln kann, wenn deren Gewebe die durch die Berührung mit den Atmosphärilien eingeleitete stoffliche Veränderung erfahren hat. Da es R.

---

[1]) Grevillea 1875 Nr. 27 und 28.

Hartig[1]) gelungen ist, durch Mycelinfection an bisher gesunden Lärchen in kurzer Zeit den Pilz hervorzurufen, so ist anzunehmen, daß, wenn der Pilz sich einmal an einer Wundstelle angesiedelt hat, er unter Bedingungen, die seinem Wachsthum besonders günstig sind, im Stande ist, gesundes Rindengewebe zu tödten.

Daß die Peziza ein Wundparasit ist, wird von Hartig selbst angeführt.[2]) Als Veranlassungen derartiger Wunden werden Hagelschlag, Insectenbeschädigung (namentlich durch die Lärchenmotte, Coleophora laricella) und das Herunterbiegen der Zweige durch Schneedruck und Duftanhang angegeben. Ich halte für die hauptsächlichste Wundursache den Frost und bin der Meinung, daß in der überwiegenden Anzahl der Fälle der Frost die erste Veranlassung des Lärchenbrandes ist. Die Lärche wird nämlich mit dem Herabsteigen aus ihren heimathlichen Alpenregionen in die Ebene frostempfindlicher und zwar dadurch, daß sie ihren Vegetationscyclus nicht normal einhält. Während, wie Hartig selbst angiebt, in der Heimath der Lärche das Frühjahr spät und intensiv eintritt, wird die Vegetation in der Ebene sehr früh geweckt, bleibt aber bei der schwankenden Witterung in langsamer Entwicklung. Ich habe mich ferner mehrfach im Winter durch Untersuchung gesunder und kranker Exemplare aus Krebsgegenden überzeugt, daß nicht wenig Pflanzen nach Abschluß ihres Holzringes noch einmal im Herbst angefangen hatten, dünnwandiges Frühjahrsholz zu bilden, also mit sehr wenig widerstandsfähigem Gewebe in die Frostperiode hineingingen. Ebenso wird der Baum weicher an allen den Oertlichkeiten, welche von den Autoren als besonders krebsgünstig bezeichnet werden (Mulden, Thäler, Nachbarschaft größerer Wasserbecken, bei dichtem Stande der Bäume u. s. w.). Die Lärche in der Ebene kommt also vielfach nicht zu der Holzreife, die der beste Schutz gegen Frostwirkungen ist und daher erklärt sich die ebenfalls von Hartig zugegebene, größere Frostempfindlichkeit. Außer diesen Wahrscheinlichkeitsgründen spricht aber für meine Ansicht der Umstand, daß es durch Einwirkung künstlicher Fröste gelungen ist, dieselben Stammbeschädigungen zu erzeugen, welche R. Hartig in seinem Lehrbuch (Taf. XI, Fig. 11, 12, 13, 14) vom Lärchenkrebs abbildet. Diese Art der Stammbeschädigungen, charakterisirt durch Auftrocknen der Rinde und Einschieben von schmal keilförmigen Ueberwallnngsrändern ist maßgebend für mich, die Krankheit zu den Branderscheinungen (s. Th. I, Taf. III, Fig. 1 und 2) und nicht zu dem durch aufgeworfene, üppig parenchymatische Wundränder charakterisirten Krebs zu ziehen.

Der beobachtete Stillstand in der Wundausbreitung während der Sommerszeit, das Abschließen der abgestorbenen Stelle durch eine Korkzone, die

[1]) Bot. Centralbl. 1880, S. 971 und 1883, Bd. XIII, S. 125.

[2]) Lehrbuch der Baumkrankheiten 1882, S. 118.

erneute Ausdehnung der Wundfläche im Frühjahr und Herbst sind Erscheinungen, die sich ebenso gut durch an und für sich noch schwache Frosteinwirkungen auf die empfindlicheren Ueberwallungsränder erklären lassen, als durch die Mycelausbreitung der einmal vorhandenen Peziza, bei der es mir übrigens bisher nicht gelungen ist, durch Impfung (Okulation von Fruchtbecher haltenden Rindenstücken) die Krankheit zu erzeugen. Dies negative Resultat irritirt keineswegs das positive Ergebniß der Hartig'schen Impfversuche, aber zeigt wohl, daß besonders begünstigende Umstände, namentlich anhaltend feuchte Luft dem gegen Trockenheit empfindlichen Pilz bei seiner Ausbreitung nothwendig zu Hülfe kommen müssen.

Ich bin daher der Meinung, daß der Lärchenbrand am besten dadurch zu bekämpfen sein wird, daß man die Lärche nur an Oertlichkeiten anbaut, an der sie möglichst frosthart bleibt. Die von R. Hartig gegebenen Rathschläge lassen sich auch von dem hier entwickelten Gesichtspunkte aus vollständig acceptiren. Man baue die Holzart nur im einzelnen Stande, womöglich etwas vorwüchsig, in anderen Holzarten eingesprengt nur in freien Lagen bei Vermeidung solcher Standorte, wo feuchte, stagnirende Luft herrscht.

Durch ihre parasitäre Lebensweise verdienen hier noch einige Pezizen erwähnt zu werden, welche von Fuckel[1]) als besondere Untergattung (Pseudopeziza Fckl.) abgetrennt worden sind. Sie brechen in Form sehr kleiner, schmutzig weißer bis olivengrüner, beim Trocknen nachdunkelnder, weichfleischiger, sitzender Becherchen aus den z. Th. schon welkenden Blättern im Herbst hervor. Auch hier ist die Vermuthung nicht ausgeschlossen, daß zur Ansiedlung der Pilze die Herbstfeuchtigkeit oder vielleicht die herbstliche Säurebildung in den Blättern die Pflanze zu einem besonderen Mutterboden erst präpariren müssen. Die von Fuckel angegebenen Arten sind Pseudopeziza Trifolii (Bernh.) Fckl. auf welkenden Blättern von Trifolium repens, P. Ranunculi Fckl. (Phlyctidium Wallr.) auf dunkelbraunen Flecken der Blattunterseite von Ranunculus repens. P. Bistortae Fckl. (Rhytisma B. Lib. — Polystigma B. Lk.) erzeugt auf der Oberfläche der lebenden Blätter schwarze und auf der Unterseite hellbraune Flecke; die Becherchen erscheinen auf der Blattunterseite im Herbste. P. pallida Fckl. bricht in ocherfarbigen Bechern durch die Epidermis der Unterseite von bereits welken Blättern des Buchsbaum's, Buxus sempervirens, hindurch.

## Phacidieae.

Die Pilze dieser Gruppe ähneln zum Theil noch den Pezizen, zum Theil aber stellen sie auch schwarze, harte, krustige oder schwielige Fruchtkörper dar, die das äußere Aussehen von Sclerotien haben, welche aus dem Pflanzentheil (meist Blättern) hervorbrechen. Charakteristisch für die Gruppe ist, daß die Fruchtschicht im Innern des Pilzkörpers angelegt wird und längere Zeit oder stets von einer Decke aus Pilzgewebe geschützt bleibt, also sich gleichsam in einem kapselartigen Pilzgehäuse entwickelt. Später reißt die über der Schlauch-

[1]) Symbolae mycologicae I. 290.

schicht liegende Decke entweder in mehreren sich zurückschlagenden Lappen auf und legt die Fruchtscheibe gänzlich frei oder sie öffnet sich nur in schmalen Ritzen.

### Phacidium.

Die Gattung Phacidium (Klappenschorf), welche der Gruppe den Namen gegeben, enthält einen Parasiten, Ph. Medicaginis Lasch, der auf den bisweilen schon deutlich welkenden Blättern der Luzerne (Medicago sativa, sowie auf Medicago minima und Trifolium repens) im Herbst zur Ausbildung kommt. Auf dem meist gelb marmorirten Blatte finden sich viele braune Flecke ein, von denen einzelne ein polsterig erhabenes Aussehen bekommen; hier bricht der dunkelbraune, etwa 0,30 mm hohe Fruchtkörper hervor, der durch Aufreißen der Decke in Klappen die Fruchtschicht mit den gestielten, achtsporigen Schläuchen und fadenförmigen, keulig angeschwollenen Paraphysen frei legt. Die Sporen sind eirund, durchscheinend und einfach. Phacidium repandum Fr., das in einer Herbst- und Frühlingsform auf den überwinterten Blättern vorkommt, erzeugt auf Galium boreale und Mollugo gelbe Stellen, in denen sich später braun-schwarze Flecke ausbilden; hier entstehen zunächst Spermogonien und später im absterbenden Blatte die in mehreren Zähnen oder auch in einer einzigen Spalte aufreißenden Fruchtkörperchen, in deren brauner Scheibe die gestielten Schläuche mit je 8 länglich elliptischen bis keulenförmigen, durchscheinenden, einfachen Sporen zu finden sind.

### Rhytisma.

Viel bekannter ist die Gattung Rhytisma (Runzelschorf), welche in Form kohlig harter schwarzer, oft mehr als 1 cm großer Flecken auf den Blättern im Herbst auftritt. Die Flecke sind scharf von dem gesunden Blattgewebe abgegrenzt und höchstens von einer gelblichen Zone umgeben. Am verbreitetsten und dem Laien am meisten in die Augen springend sind die Ahornrunzelschorfe (Rhytisma acerinum Fr.). Es leidet ganz besonders Acer platanoides, nicht ganz so oft A. Pseudoplatanus, die durch besonders große, schwarze Flecke auffallen; weniger in die Augen springend zeigen sich die Flecke bei Acer campestre. Schon im Sommer findet man auf zahlreichen Blättern gelbe, bisweilen etwas aufgetriebene Stellen, in denen sich allmählich von verschiedenen Punkten aus eine schwarze Färbung und krustige Beschaffenheit kenntlich machen. Zu dieser Zeit finden sich in kleinen Pünktchen auf den Flecken zahlreiche Nester von Spermogonien, welche cylindrische, farblose Spermatien enthalten. Die Oberfläche der schwarzen, durch das Lager des Pilzes gebildeten Stellen beginnt runzelig zu werden und diesem runzeligen Aussehen verdankt der Pilz den Namen. Der Querschnitt durch solche Kruste zeigt, daß das ganze Gewebe des Blattes mit Mycel erfüllt ist, und daß diese in und zwischen den Zellen verlaufenden Hyphen nach der Epidermis hin zu einem ganz dichten, pseudoparenchymatischen Gewebe sich vereinigen. Die Wandungen des Pseudoparenchyms sind an der Peripherie derb und schwarz-braun und dadurch wird die Färbung des ganzen, auch nach den Seiten hin scharf abgegrenzten Polsters hervorgebracht. In dem inneren, farblosen Theile, dessen Zellen sehr ölreich sind, gewahrt man allmählich die Erhebung einer aus parallelen, senkrecht zur Oberfläche gestellten Fäden bestehenden Fruchtschicht. Diese zunächst nur aus Schwellfäden, Paraphysen zusammengesetzte Schicht treibt die in den Epidermiszellen des Ahornblattes ausgebildete, schwarze Deckschicht in die Höhe und ruft auf diese Weise die Wölbung der Krusten hervor. Weiter als bis zur Paraphysenbildung schreitet die Pilzentwicklung nicht fort, so lange das Blatt auf dem Baume ist. Erst während des Winters entstehen in dem faulenden Blatte zwischen den Paraphysen der Fruchtschicht innerhalb der hart verbleibenden, kohligen Flecke die Sporenschläuche. Jeder Schlauch enthält 8 farb-

lose, fadenförmige Sporen, die nach Cornu's Impfversuchen im Stande sind, bei der Aussaat auf junge Ahornblätter im Frühling die krustigen, schwarzen Lager neu zu erzeugen.[1])

Da der Pilz nicht auf dem Baume überwintert, sondern jedes Jahr neu durch Anwehen der im Frühjahr reifenden Schlauchsporen von den liegengebliebenen, verfaulten, vorjährigen Blättern übertragen werden muß, so erklärt es sich, daß in manchen Jahren, wenn die Zeit der Sporenreife für die Pilzkeimung ungünstig, die Baumanlagen verschont bleiben können. In anderen Jahren (und mir will es scheinen, daß es diejenigen mit Spätfrösten sind) ist aber die Zahl der Flecke auf fast allen Blättern eines Baumes so groß, daß die grün bleibende, assimilirende Fläche nicht mehr die Hälfte des ganzen Blattes einnimmt. Dann wird die Krankheit bedeutsam, indem die starke Verminderung der assimilirenden Fläche einerseits und der sich in solchen Fällen einstellende, vorzeitige Blattfall andrerseits dem Baum nicht die gewohnte Menge Reservenahrung zukommen lassen, die zu kräftiger, nächstjähriger Entwicklung nothwendig ist. Bei einer Wiederholung der Krankheit in mehreren, auf einanderfolgenden Jahren müssen Schwächezustände an den Bäumen sich unbedingt geltend machen. Da, wo es ausführbar, wird das Zusammenfegen des erkrankten Laubes im Herbste die Krankheit sicherlich auf enge Grenzen beschränken.

Es ist nicht unwahrscheinlich, daß in der jetzigen Art Rh. acerinum mehrere andere Arten verborgen sind; man kann dies wenigstens aus der Verschiedenartigkeit der Flecke schließen, die sich bei den einzelnen Ahornarten zeigen. Fuckel unterscheidet thatsächlich auch ein Rh. punctatum Fckl. auf Acer opulifolium[2]), welches Comes[3]) allerdings zur Gattung Melasmia (M. punctata Thüm.) zieht. Im Allgemeinen nicht sehr häufig ist Rhyt. salicinum Fr., das auf Weiden, namentlich auf Salix Caprea, aurita und purpurea in Form schwarz glänzender, dicker, harter Polster der oberen Blattfläche im Herbst zu finden ist. Man unterscheidet davon das Rh. maximum Fr. auf lebenden Zweigen von Salix alba. Rh. Andromedae Fr. bildet ebenfalls sehr auffällige, schwarze, harte Schwielen auf der Blattoberseite von Andromeda polifolia. Rh. Onobrychis (DC.) Fckl., auf beiden Blattflächen von Onobrychis sativa im Herbst vorkommend, ist bis jetzt nur in der Spermogonienform bekannt; als besondere Form erwähnt Fuckel den auf Lathyrus tuberosus sich vorfindenden Pilz. Derselbe Beobachter giebt auch auf welken Stengeln von Eupatorium cannabinum eine Rh. confluens Fr. an. Comes erwähnt noch Rhytisma monogramme B. et C. auf Blättern von Vitis aestivalis in Nordamerika. Rh. Rubiae Mtg. zeigt sich auf den Blättern von Rubia tinctorum, der Färberröthe.

## Dothiora.

Durch Rostrup's vorläufige Untersuchungen[4]) ist die Mitwirkung eines Scheibenpilzes bei dem in neuester Zeit so vielfach besprochenen

### Siechthum der Pyramidenpappeln

nachgewiesen worden. Dieser Pilz heißt Dothiora sphaeroides Fr.; er macht sich schon im Frühjahr in jungen Zweigen durch gebräunte Rindenstellen kenntlich; das Holz darunter zeigt sich auch leicht gebräunt und von einem farblosen, gegliederten, verästelten Mycel

[1]) Compt. rend. LXXXVII. (1878), S. 178.

[2]) Symbolae mycologicae I. 264.

[3]) Le crittogame parassite. 1882, S. 505.

[4]) „Pyramidepoplens Undergang". Tillaeg til Nationaltidende 13. November 1883.

durchwuchert. Die Blätter werden schlaff und der Zweig stirbt oberhalb des Fleckes ab. In den todten Aesten entwickelt sich der Pilz weiter zu einer Pycnidenform mit eiförmigen[1]) Sporen, die unter der Korkbekleidung gebildet wird. Meiner Meinung nach haben wir es hier auch nur höchstens mit einem Wundparasiten zu thun, der, wie Rostrup selbst angiebt, auf todtem Pappelholz leben kann. Die von Rostrup beschriebenen, eingesunkenen Stellen an den Zweigen können sehr gut als Brandflecke erklärt werden, die durch Frost hervorgerufen sind (s. S. 437). Wie leicht ein Zweigabsterben von weiter Ausdehnung in einem Jahrgange ohne starken Winterfrost Platz greifen kann, hatte ich Gelegenheit im Frühjahre 1885 zu beobachten. Aus verschiedenen Provinzen kamen die Angaben, daß die Sauerkirschen und die Pflaumen strichweise stark erkrankt wären und einzelne Aeste weit zurückstarben. Die Untersuchung zeigte überall Gummifluß und (soviel ich Anfangsstadien im eignen Garten noch aufzufinden im Stande war) vor der Entwicklung des Gummiflusses eine Bräunung und Absterben der im Austreiben begriffenen Augen. Die Ursache dazu war erst nach Ostern eingetreten, da auch diejenigen Topfobstbäume gelitten hatten, welche bis Ostern in geschützten Winterquartieren gestanden hatten. Nun waren zu dieser Zeit schwache Nachtfröste beobachtet worden und ich glaube, daß eine einzige solche Frostnacht vollkommen hinreichend ist, die während des Austreibens besonders empfindlichen Knospen zu verletzen. Das Absterben der weichen, jungen Zweige erfolgte nicht sofort, sondern begann mit einem Welken der Blätter, dem der Tod nach mehreren Wochen erst nachfolgte. Bei der hier besprochenen Pappelkrankheit kann ein vorhergehender nasser, kühler Sommer und langer Herbst für die Holzreife besonders ungünstig gewesen sein, so daß Frostschäden, die in geringem Grade alljährlich auftreten, in einzelnen Jahren und Oertlichkeiten ungewöhnlich intensiv eingewirkt und jahrelange Nachwirkungen eingeleitet haben. Es wird langer Zeit bedürfen, bis solche Schäden einigermaßen sich ausgeheilt haben und es ist daher empfehlenswerth, durch Nachpflanzung eine gesunde Generation heranzuziehen. Eine etwa in Altersschwäche der Art liegende, allgemeine Hinfälligkeit ist keineswegs anzunehmen. Aehnliche Erscheinungen werden sich bei allen Bäumen zeigen, die in Lagen und Witterungsverhältnissen angebaut werden, welche von den heimathlichen Verhältnissen der Art wesentlich abweichen.

## Hysterium.

Eine größere Bedeutung als Krankheitsursache können wir der Gattung Hysterium, Ritzenschorf, beimessen. Die Pilze erscheinen in Form schwarzer, krustig harter, aus dem Pflanzentheil hervorbrechender, fein strichförmiger oder dick schwieliger Polster, welche bei der Reife sich durch eine Längsritze öffnen und die im Grunde des Polsters ausgebreitete Schlauchschicht frei legen. Diese Fruchtkörper haben schon ganz den Charakter kohliger Kapseln und führen deshalb auch schon den in der folgenden Pilzfamilie, der der Kernpilze, üblichen Namen der Perithecien. Die Sporen der zwischen keulenförmigen Paraphysen eingebetteten Schläuche sind farblos, linear bis fadenförmig und durch Quellung der Außenwandung mit schleimiger Hülle versehen. Als Vorläufer der reifen Becherfrüchte sind Spermogonien beobachtet worden, die als reihenweis auf der Nadeloberseite stehende, schwarze Pünktchen kenntlich werden, aus deren Scheitel eirunde, farblose Spermatien ausgestoßen werden. Die durch die Pilze hervorgerufenen Krankheiten kann man durchschnittlich als „Nadelbräune“ oder auch als „Schütte“ bezeichnen.

---

[1]) Hierbei ist zu bemerken, daß Fuckel in seinen Symbolae I, p. 274 die Doth. sphaeroides mit stylosporis cylindraceis, curvatis, obtrinque obtusis beschreibt und dieselbe auf Populus tremula angiebt. Auf Pop. pyramidalis speziell führt er eine eigne Art: Dothiora mutila Fkl. an; aber auch hier stimmt die von Rostrup angegebene Stylosporenform nicht mit den „stylosporis anguste fusiformibus“ von Fuckel überein.

Hierher gehört die Pilzschütte der Kiefer, veranlaßt durch Hysterium Pinastri Schrad. (Lophodermium P. Chev. Hypoderma P. DC.). Die eirunden bis elliptischen, oben abgeflachten, schwarzbraunen Perithecien enthalten sitzende, lang cylindrische Schläuche mit 8 fadenförmigen, am oberen Ende schwach verdickten, ungetheilten, farblosen Sporen, die so lang, wie die Schläuche sind und parallel neben einander gelagert erscheinen Nach den von Prantl[1]) und Tursky[2]) ausgeführten Impfversuchen ist nicht zu zweifeln, daß der Pilz unter gewissen disponirenden Verhältnissen[3]) der Nährpflanze die gesunden Kiefernnadeln krank machen kann. Nach Prantl tritt die Krankheit in zwei Formen, einer chronischen und einer acuten auf. Welche Form sich nun zeigt „ist mit hoher Wahrscheinlichkeit auf die Ernährungsverhältnisse der Nährpflanze, auf deren sogenannte „Disposition" zurückzuführen." Bei der chronischen Erkrankung bleiben die Nadeln bis zur Fruchtreife des Pilzes und noch länger, ja bisweilen auch länger als gleichalterige, gesunde Nadeln haften. Dies ist namentlich auf älteren und kräftigen, jungen Pflanzen der Fall. Bei dieser langsam fortschreitenden Krankheitsform bekommen die Kiefernadeln erst in dem auf die Infection folgenden Frühjahr schwach gelbliche Stellen, „und lassen die Pilzfäden in ihrem Gewebe oft nur mit Mühe erkennen"; erst im zweiten Herbst röthet sich die Nadel und zeigt die Anlage der Pilzfrüchte, nach deren Reife die Nadel meist fällt. Bei der acuten Entwicklung fallen die Nadeln vor Anlage der Früchte; die Gelbfärbung erscheint früher; die Röthung erfolgt bereits im ersten Winter und die Nadeln fallen einjährig ab. Dieser Verlauf wird speziell als Schütte bezeichnet und Prantl giebt an, daß es vorwiegend schwächliche Pflanzen sind, welche durch diese Krankheitsform zu Grunde gehen.

Die bei „Frostschütte" fallenden Nadeln sind entweder gänzlich getödtet und zeigen dann eine gleichmäßige, braune Färbung oder der vordere Theil ist todt und dann scharf vom gesunden Gewebe abgegrenzt, während bei der Pilzschütte die Grenzen zwischen gesundem und krankem Gewebe immer verschwommen sind und die kranken Flecke nicht einen bestimmten Nadeltheil allein einnehmen. Bei der „Dürrschütte", wo also durch Wassermangel in der Pflanze ein Vertrocknen der Nadeln erfolgt, ist die Verfärbung auch, wie bei der Frostschütte eine gleichmäßige Bräunung mit scharfen Grenzen, die entweder über die ganze Nadel oder von der Spitze herab über einen Theil derselben sich ausbreitet.

Ueber die Verbreitung des Pilzmycels im Achsenkörper und die dadurch hervorgerufenen Krankheitserscheinungen bei einzelnen Kiefernarten, sind die Ansichten noch nicht geklärt.[4]) Außer Pinus silvestris sind auch Pinus corsi-

---

[1]) Prantl: Weitere Beobachtungen über die Kiefernschütte 2c. Forstwissenschaftl. Centralbl. von Baur 1880, S. 509.

[2]) Tursky: Beobachtungen über die Schütte, cit. Bot. Centralbl. 1884, Bd. XVII, S. 182.

[3]) „Daß klimatische Verhältnisse den Verlauf und die Intensität der Krankheit mit beeinflussen, geht daraus hervor, daß die im regenreichen Juni 1875 entfalteten Nadeln überall viel intensiver erkrankt befunden wurden, als die vom Jahre 1876." Prantl in „Flora" 1877, Nr. 21.

[4]) Vergl. Rostrup: Fortsatte Undersogelser etc. Kjobenhavn 1883, S. 255; v. Thümen in Mittheilungen aus dem forstlichen Versuchswesen Oesterreichs von A. v. Seckendorff, Heft II, Wien 1883, S. 32; Bot. Centralbl. 1884, Bd. XVII, S. 182.

cana, austriaca, montana, Cembra, Monspeliensis und Strobus befallen gefunden worden.

Auf Pinus Strobus beschreibt Rostrup ein Lophodermium brachysporum Rostr. mit 8 zweireihig gestellten, ellipsoidischen bis rübenförmigen Sporen von $^1/_4$ der Ascuslänge. Eine andere neue Art, Lophodermium gilvum Rostr. mit bleichgelben Perithecien wurde an der österreichischen Kiefer auf Fünen gefunden. Den Nadelabfall verursacht auch noch Hypoderma sulcigenum Rostr.; die angegriffenen Nadeln sind hier grau. Die schwarzen, linienförmigen Perithecien sind manchmal 1 cm lang; die Schläuche enthalten nur 4 keulen- oder rübenförmige Sporen. Bei Larix europaea kommt auf den Nadeln das Lophodermium laricinum Dub. und auf Juniperus communis und Sabina ein Lophodermium Juniperi de Not. (Hyst. Jun. Fr.) vor. Bei jungen, 2—3 m hohen Eschen beobachtete Rostrup eine Erkrankung, die bald in der Mitte des Stammes, bald an der Basis oder Spitze ihren Anfang nahm und im Auftreten eingesunkener Stellen bestand, die wie Fingereindrücke oft aussahen. Später vergrößerten sich die Flecke und sobald sie hier und da den ganzen Stammumfang erreicht hatten, starb der darüberliegende Achsentheil ab. In den eingesunkenen Stellen zeigten sich Pycniden und später Perithecien von Hysterographium Fraxini de Not. Einen ähnlichen Erkrankungsfall mit Mycel in den eingesunkenen Stellen lernte ich an sehr kräftigen Baumschulstämmen von Tilia grandiflora kennen. Eine Fruktifikationsform des Pilzes war zur Zeit der Besichtigung nicht aufzufinden. Bei Hysterium nervisequium Fr., dem Weißtannenritzenschorf, bräunen sich die zweijährigen Nadeln und fallen ab. Die Perithecien bilden einen schwarzen Längswulst auf der Mittelrippe der Unterseite, nachdem schon vorher sich zahlreiche Spermogonien auf der Oberseite der befallenen Nadel als gekräuselter, schwarzer Längsstreifen eingestellt haben. Die Sporen haben die halbe Länge der Schläuche, während sie bei Hysterium macrosporum R. Htg., dem Fichtenritzenschorf, fadenförmig und von der Länge des ganzen Schlauches sind. Die Entfärbung der Nadeln beginnt in der Regel im Herbst des zweiten Jahres, zuweilen jedoch auch schon im August des ersten Lebensjahres der Nadeln und wird bedingt durch das Mycel des Parasiten, welches, wie bei dem Vorhergehenden im Blattparenchym intercellular sich ausbreitet. Die braun gewordenen Nadeln fallen ab oder überwintern auch noch auf dem Baume. Im Sommer des folgenden Jahres entstehen auf den beiden nach unten gekehrten Seiten der am Baume verbliebenen vierseitigen Nadeln die strichweise vereinigten Fruchtkörper in Form schwarzer, glänzender Längspolster, die im Frühling des dritten Jahres die Sporen durch eine Längsritze austreten lassen. Die Sporen keimen, ebenso wie bei Hyst. Pinastri und nervisequium sofort nach der Reife. Der Keimschlauch dringt (nach Prantl) nicht durch die Spaltöffnungen ein, sondern durchbohrt die Wandung der Oberhautzellen an ganz jungen Nadeln.

Die Reifezeit der Sporen fällt genau in dieselbe Zeit, in welcher die Nährpflanzen der 3 letztgenannten Hysterien ihre Knospen entfalten.

Wir sehen somit, daß bei diesen Schüttekrankheiten die Intensität der Ausbreitung von einer bestimmten Zeitepoche, nämlich der Zeit des Triebausbruchs abhängig ist. Ist die Witterung anhaltend trübe und feucht, so ist für die angewehten Sporen die Bedingung zur Keimung sehr günstig. Fällt die Zeit der Sporenverbreitung in eine trockene Periode, dann ist nicht nur die Sporenkeimung erschwert, sondern dem Eindringen der Keimschläuche ist ein größerer Widerstand geboten, weil die Epidermis der jungen Nadeln bei heller, trockener Witterung viel schneller eine größere Dicke und Festigkeit erlangt. Diese Unterschiede werden aber nicht blos durch die Witterung, sondern auch durch den Standort der einzelnen Nährpflanzen innegehalten. Dumpfer Standort, also geringe Beleuchtung, gehemmte Luftcirculation und demgemäß großer Feuchtigkeitsgehalt der die Nährpflanzen umspülenden Atmosphäre, wie solche z. B. sich bei den Impfversuchen durch Ueberdecken der Saatbeete mit kranker Nadelstreu einstellen müssen, sind für eine epidemische Ausbreitung der Krankheit nothwendig. Die Vermeidung dieser begünstigenden Umstände ist daher das einzige Mittel gegen diese Pilzschütten. In wie fern dies möglich, muß der Forstwirth in jedem einzelnen Falle nach seinen praktischen Gesichtspunkten entscheiden.

## 10. Pyrenomycetes.

Noch formenreicher als die Hypodermii und viel verderblicher als die Hymenomyceten und Discomyceten ist die Familie der Pyrenomyceten (Kernpilze); sie ist die für uns wichtigste aus der Ordnung der Ascomyceten, also derjenigen Pilze, welche freiliegende, durch freie Zellbildung entstandene Sporen in einer schlauchartigen Mutterzelle, dem Ascus, besitzen. Gleichzeitig mit den Schlauchsporen sind in der Regel noch andere Fortpflanzungsorgane, wie Conidien und Stylosporen vorhanden, die einen mehrfachen Generationswechsel darstellen.

Die Befruchtung ist hier und da bereits mit aller Sicherheit nachgewiesen und die Produkte der Befruchtung sind bei den Pyrenomyceten die Schläuche mit ihren Sporen, welche in ein festes, kugeliges oder flaschenförmiges, dem Pflanzentheil aufsitzendes oder eingesenktes Gehäuse eingeschlossen sind. Das Gehäuse (Perithecium) der Pyrenomyceten ist meist spröde, dunkel gefärbt und kohlig hart, oder aber hell gefärbt und dann weicher. Meist ist dasselbe ursprünglich ganz geschlossen; es öffnet sich bei der Reife seines Inhalts meistentheils mit einer regelmäßigen Mündung oder aber es öffnet sich überhaupt nicht von selbst und die Sporen werden erst durch Verwitterung des Gehäuses frei.

Nach Bau, Anordnung und Oeffnungsweise der Perithecien lassen sich die vielen (nach Saccardo 127) Gattungen der Familie in einige Unterfamilien vereinigen:

1. Perisporiaceae. Die oberflächlich sitzenden, schwarzen, harten Perithecien, die auf einem Mycel entstehen, das nicht erst zu festen Lagern zusammentritt, öffnen sich bei der Reife nicht mit einer deutlichen Mündung, sondern lassen erst bei ihrem Zerfall die Sporen austreten.

2. Sphaeriaceae. Die Perithecien sind braun bis schwarz, hautartig, lederartig oder kohlig hart, nur selten etwas fleischig, von dem Lager (stroma), falls solches vorhanden, scharf abgegrenzt und sich mit bestimmter, meist kreisrunder, seltener halsartig vorgezogener Mündung öffnend.

3. Hypocreaceae. Die hier stets in gelben, rothen oder anderen leuchtenden Farben auftretenden Perithecien sind von weicher, meist fleischiger Beschaffenheit und öffnen sich mit regelmäßiger Mündung.

4. Dothideaceae. Die Perithecien stellen nicht mehr, wie bei den vorigen Unterfamilien freie, isolirte Kapseln dar, sondern bilden in das stets vorhandene, braun bis schwarz gefärbte, harte Lager eingesenkte, meist mehr oder weniger breit flaschenförmige Höhlungen.

Von manchen Autoren werden als fünfte Unterfamilie die Hysteriaceae aufgeführt, welche als Verbindungsglied zwischen den Discomyceten und Pyrenomyceten von uns zu den Ersteren gezogen worden sind.

Jede dieser Unterfamilien theilt Saccardo[1]) nach den Sporenformen in eine Anzahl Gruppen ein. Gruppe I, Alantosporae enthält die Arten mit ungetheilten, cylindrischen, gekrümmten, an beiden Enden abgerundeter farblosen oder gelblichen Schlauchsporen. — Die Gruppe II, Hyalosporae hat kugelige, eirunde oder oblonge, ungetheilte, farblose Sporen. — III. Phaeosporae: ungetheilte, braune bis schwarze Sporen. — IV. Didymosporae: Sporen zweitheilig, eirund oder oblong, farblos bis braun gefärbt. — V. Phragmosporae: Sporen zwei- bis vielfächerig, oblong bis spindelförmig, farblos bis rauchgrau. — VI. Scolicosporae: Sporen wurm-, stab- bis fadenförmig, bisweilen getheilt, farblos bis rauchgrau. — VII. Dictyosporae: Sporen eirund, oblong, manchmal fast spindelförmig, mauerartig durch Quer- und Längswände gefächert.

## 1. Perisporiaceae.[2])

Es lassen sich hier 3 Abtheilungen machen, deren erste die Erysipheae, die zweite die Perisporieae genannt wird, während die dritte als Capnodieae eingeführt worden ist.

---

[1]) A. Saccardo: Conspectus generum Pyrenomycetum italicorum systemate carpologico dispositorum, s. Botan. Jahresbericht 1875, S. 221.

[2]) In der Auffassung und Anordnung der Arten folgen wir hier vorzugsweise der Arbeit Saccardo's: Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum. Vol. I, II Pyrenomycetes. Patavii 1882, 83.

### a) Erisipheae.

Die Mehlthau-Arten. (Hierzu Tafel XIII.)

Der Name deutet bereits auf die charakteristische Erscheinungsweise hin: die Pflanzentheile scheinen mit Mehl bestreuet zu sein. Entweder treten solche weißgepuderte Stellen vereinzelt auf der Oberfläche eines Blattes oder Stengels auf, oder sie bilden einen zusammenhängenden, erst rein weißen, später gelb- bis braunfleckig werdenden Ueberzug über das ganze Pflanzenorgan (Fig. 1). Die genauere Untersuchung erweist den flockig weißen Ueberzug als die Knospen und das Mycel der Erysipheen, deren dicht verworrene Fäden aber nicht, wie bei den Brand- und Rostpilzen, in das Innere des Pflanzentheiles eindringen, sondern stets auf der Oberfläche desselben hinkriechen.

Obgleich die Erysiphen schon dadurch schädlich werden, daß sie den befallenen Pflanzentheil der vollen Einwirkung von Luft und Licht entziehen, so tritt dieser nachtheilige Einfluß doch vollständig gegen die direkten Angriffe in den Hintergrund, die das Mycel vermöge seiner Saugorgane ausübt.

Diese Haustorien, welche Fig. 2h in der Anlage, 3h im ausgebildeten Zustande darstellen, haben Aehnlichkeit mit denen der verderblichen Gattungen Cystopus und Peronospora. Sie sind bei verschiedenen Arten von Mehlthau verschieden gebauet.[1]) Der einfachste Bau des Saugorganes findet sich am Mycel derjenigen Mehlthauarten, die jetzt in das Genus Podosphaera Kze. gehören, deren reife Früchte nur einen einzigen Schlauch mit 8 Sporen enthalten und deren Arten z. B. den weißen Ueberzug auf Rosen und Pfirsichen hervorbringen. Bei der Erysiphe pannosa (Podosphaera pannosa Lk.), dem Rosenmehlthau, z. B. zeigen sich auf derjenigen Seite des farblosen, septirten Mycelfadens, welche die Oberhaut des Rosenblattes berührt, sehr dünne, röhrenförmige Ausstülpungen, welche die Außenwand der Oberhautzelle durchbohren und nun im Innern der Zelle blasig anschwellen. Diese blasige Ausstülpung stellt das vollkommene Haustorium dar. So weit wie diese Ausstülpung des Mycelfadens noch röhrenförmig ist, erscheint sie mit einer Scheide umgeben. Die Scheide wird von der durchbohrten Außenwand der Epidermiszelle gebildet, welche wie eine Hülle den Hals des so gebildeten Haustoriums umgiebt. Bei andern Mehlthau-Arten, wie z. B. der Erys. (Calocladia Lév.) Mougeotii, die auf der bekannten Heckenpflanze Teufelszwirn (Lycium barbarum L.) vorkommt, treibt der Mycelfaden erst eine seitliche Aussackung, aus welcher (bisweilen auch aus dem Mycelfaden selbst) das Saugröhrchen entspringt. Noch zusammengesetzter ist der Bau bei dem gemeinen Mehlthau, Erysiphe communis, der auf Kleearten, der Ackerwinde ꝛc. vorkommt. Die

---

[1]) Die folgende Darstellung stützt sich auf de Bary's Arbeit über Erysiphe in „Beiträgen zur Morphologie und Physiologie der Pilze von de Bary und Woronin." I. Bd. 3. Reihe, S. 23.

Beschreibung des Baues dieses zusammengesetzten Saugorganes finden wir bei dem Mehlthau des Weines (Erysiphe Tuckeri Berk.) erwähnt. Kurze Zeit nach Bildung des Mycelfadens erheben sich aus demselben senkrecht aufstrebende Aeste (Fig. 2b), welche eirunde oder fast eirunde, weiße, glatte Knospenzellen (Conidien) (Fig. 2c) an ihrer Spitze tragen. Diese Conidien stehen in der Regel kettenförmig zu mehreren auf jedem Träger; nur in seltenen Fällen begegnet man einer Art, die nur je eine Conidie auf ihrem Träger bildet. Man betrachtete früher diese Knospenform der Erysiphen als einen selbständigen Pilz, der verschiedene Namen, wie Monilia, Oidium u. s. w. führte. Daher rührt auch die Bezeichnung Oidium Tuckeri für den verderblichen Weinpilz.

Die vollkommene Frucht der Erysiphe besteht aus einer kugeligen, mehrzelligen Kapsel (Perithecium), welche erst weiß, später gelb und zuletzt schwarzbraun wird (Fig. 5). Einzelne Zellen des Peritheciums verlängern sich zu haarförmigen Fortsätzen, welche bald lang und vielfach schlaff gebogen, bald kurz und starr, weiß oder braun gefärbt erscheinen. Diese Stützfäden sind entweder unregelmäßig auf der Fläche des Peritheciums vertheilt oder kranzförmig an der oberen oder unteren Hälfte der Kapsel geordnet. Dabei erscheinen die Fäden oft in der zierlichsten Weise an ihrer Spitze wiederholt zweitheilig, wie bei dem Mehlthaue des Ahorns (Figg. 5 u. 6s) und des Gaisblattes, oder ihre Enden erscheinen einfach und an der Spitze gerollt, wie bei dem Mehlthau der Weiden (E. salicis) und diese Ausbildung der Fäden ist so beständig, daß man sie zur Unterscheidung der einzelnen Arten mit ver-wendet.

Innerhalb der Fruchthülle, des Peritheciums, finden sich die Sporangien in Form von Schläuchen, die je 2, 4, 8 und mehr Sporen enthalten (Fig. 6a). Die Zahl der Schläuche und die Zahl der Sporen in denselben ist für jede Art constant. Viele Schläuche mit meist nur je 2 Sporen besitzt z. B. Erysiphe guttata, die auf Blättern der Esche, Haselnuß, Hainbuche u. s. w. vorkommt; dagegen hat Erys. Aceris 8 Sporen in jedem der etwa zu 8—12 innerhalb eines Perithecium auftretenden Schläuche; E. Prunastri, welche auf den Blättern der Schlehe erscheint, hat 4—6 Sporen in jedem Schlauche und E. pannosa, welche den Mehlthau der Pfirsichbäume und Rosen bildet, enthält in jedem Perithecium in der Regel nur einen einzigen 8sporigen Ascus.

Die Sporen selbst sind ellipsoidisch oder eirund, dick, glatt, einfächerig, mit körnig-plasmatischem Inhalte, erst blaß, später gelblich, endlich braun. An dieser Färbung nimmt die Außendecke der Spore, das Epispor, keinen Antheil; dasselbe ist immer nahezu ungefärbt und durchscheinend.

Im Verhältniß zu der Mehrzahl der Rostpilze ist diese erste Gattung der Pyrenomyceten, die Gattung Erysiphe, nicht sehr vielgestaltig in ihren Vermehrungsorganen. Wir sehen eine Conidienform (Oidiumform), welche die schnelle Vermehrung im Sommer übernimmt und zweitens eine in der Regel gegen den Herbst hin auftretende Frucht, das Perithecium.

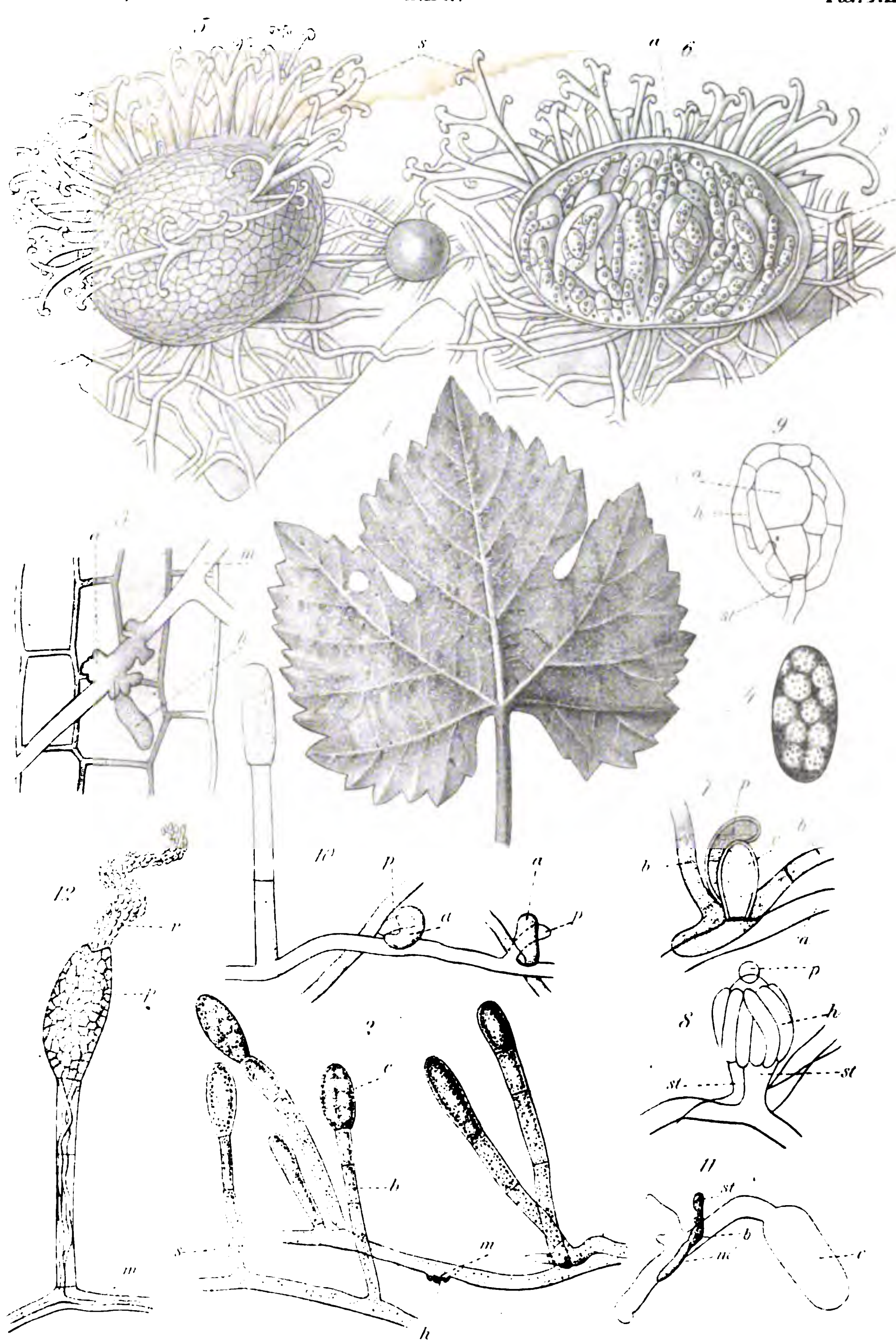
Daß das Perithecium wirklich als Frucht, wie bei den Phanerogamen, angesprochen werden muß, geht aus seiner Entwicklung hervor, da es sich erst in Folge eines Befruchtungsaktes bildet.

Die Befruchtung findet folgendermaßen statt. An der Kreuzungsstelle zweier Mycelfäden (Fig. 7 a, b) oder an der Berührungsstelle von zwei neben einander her laufenden Fäden tritt aus jedem derselben eine kurze, sackartige Ausstülpung; beide Aussackungen liegen von Anfang an dicht an einander (Fig. 7 p und c); sie werden zunächst etwa 2—3mal so lang, als der sie tragende Mycelfaden dick ist. Eine der beiden Ausstülpungen schwillt dabei zu einer länglich ovalen Blase auf, die sich von dem sie tragenden Mycelfaden durch eine Scheidewand abgrenzt und nun die Eizelle oder das Ascogon darstellt (Fig. 7 c), das von der anderen, immer cylindrisch bleibenden, dicht anliegenden Ausstülpung in der Regel überwachsen wird (Fig. 7 p). Auch dieser cylindrische Theil hat sich durch eine Querwand bereits von seinem Tragfaden abgegrenzt und dieses abgegrenzte schlauchförmige Stück theilt sich noch einmal durch eine Querwand in 2 Zellen. Damit ist die Bildung des männlichen Organes, des Pollinodium (antheridium), beendet. Aus dem sich allmählich zu einem Stiele (Fig. 8 u. 9 st) verlängernden, unteren Theile der beiden Geschlechtsorgane erheben sich alsbald 7—12 Aeste, die Hüllschläuche (Fig. 8 u. 9 h), welche sich hier und da verzweigen und sammt ihren Verzweigungen das Ascogon als geschlossene Hülle umgeben, wobei später das Pollinodium, nachdem es seine Arbeit vollendet, von dem Ascogon abgedrängt wird. Wie die Arbeit des Pollinodiums geleistet wird, wissen wir nicht.

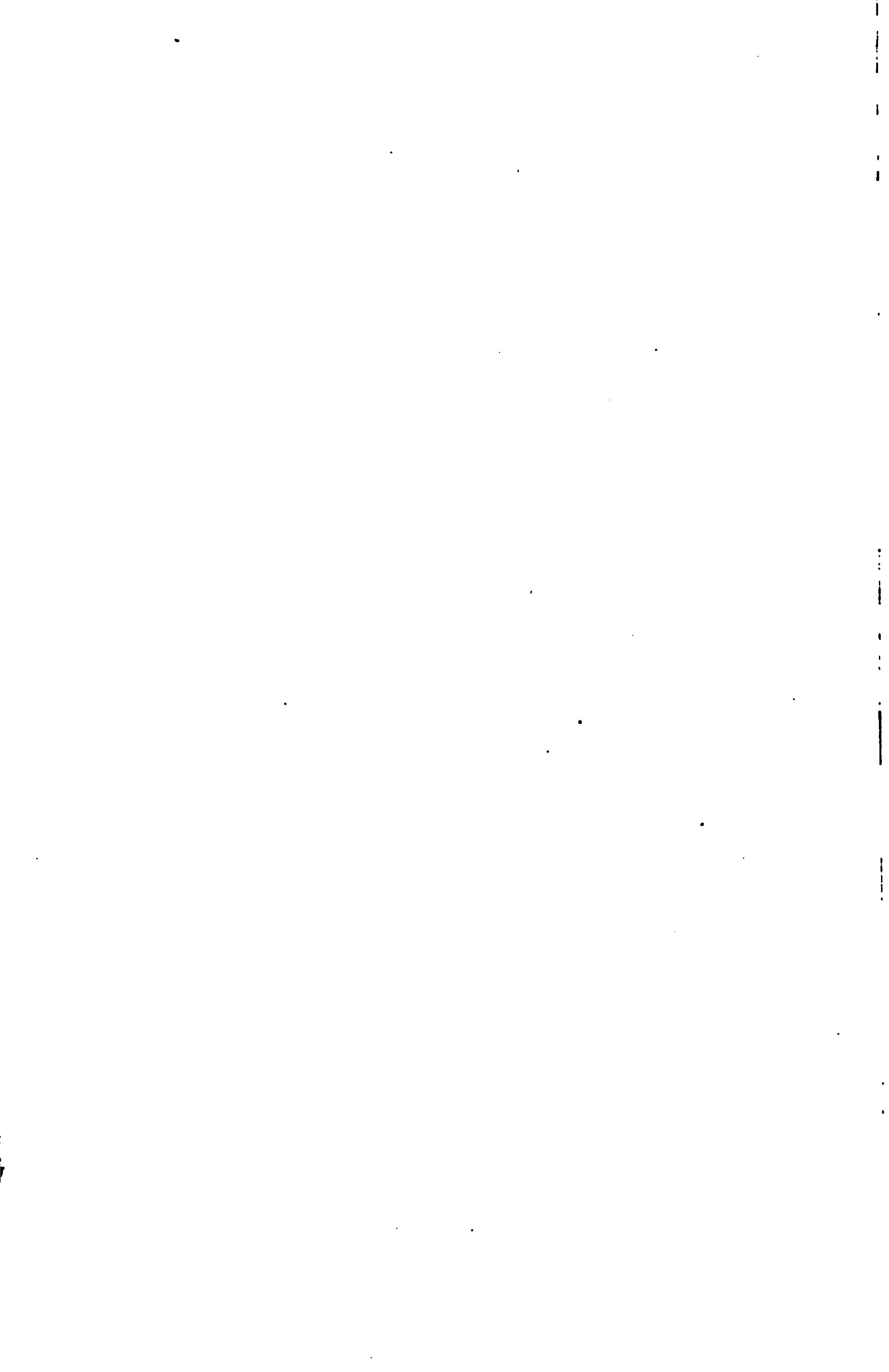
Wahrscheinlich ist es ein Akt der Osmose, durch den ein Theil des Inhaltes des männlichen Organes der weiblichen Zelle mitgetheilt wird.

Bald nachdem die Hüllschläuche sich über dem Gipfel des Ascogon's vereinigt haben, theilen sie sich durch Querwände, so daß eine vielzellige, dichte Hülle (Fig. 9 h zeigt den Querschnitt) um das Ascogon (Fig. 9 a) entsteht. Die Hülle beginnt schnell, sich zu dehnen und bildet dadurch ein Gehäuse (das Perithecium), dessen innerer Hohlraum zunächst durch nach innen gehende und durch Querwände sich theilende Zweige der Peritheciumzellen ausgefüllt wird; diese Zweige bilden später die innere Auskleidung des braun und fest werdenden Peritheciums.

Bis zu diesem Entwicklungsstadium ist der Aufbau sämmtlicher Erysiphenfrüchte nahezu derselbe; von jetzt ab aber treten zwei Bildungsrichtungen auf, je nachdem eine Erysiphe-Art Früchte mit einem einzigen oder mit vielen Schläuchen bildet. Bei den Ersteren, welche de Bary deswegen in ein Genus (Podosphaera Kze.) vereinigt, theilt sich das junge Ascogon durch eine, etwa in der Mitte liegende Querwand in 2 Theile, von denen der obere (Fig. 9 a) zu dem für das ganze Geschlecht charakteristischen, einzigen Keimschlauche sich verlängert, während der untere Theil zum Stiel auswächst. Bei der zweiten Bildungsreihe, welche alle ächten Erysiphen umfaßt und welche sich ursprüng-



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



lich schon dadurch auszeichnet, daß das Ascogon (Fig. 10 a) schraubenförmig um das Pollinodium (Fig. 10 p) gewunden ist, treten nach der einen ersten Querwand im Ascogon noch mehrere andere auf, so daß die ursprüngliche weibliche Zelle wie ein mehrgliedriger Faden erscheint, dessen einzelne Glieder zu kurzen, dicken, bisweilen verästelten Zweigen auswachsen, die sich durch Querwände abgrenzen und durch neue Scheidewände sich in Zellen von allseitig gleichem Durchmesser theilen. Je nach den verschiedenen Arten wachsen nun 6—12 dieser Zellen zu den eiförmigen oder keuligen Schläuchen heran, welche die Sporen enthalten. Die übrigen Zellen bleiben steril und werden von den sich dehnenden Schläuchen zusammengepreßt, ebenso, wie die einzelnen Zellreihen, welche die Innenwand der Hülle zwischen die einzelnen Schläuche hineinsendet (Fig. 6 z).

Mit der Theilung im Ascogon und dessen Aesten sind außer den Sporen alle Theile des Peritheciums angelegt. Die peripherischen, anfangs farblosen Hüllzellen, welche durch Jod blau gefärbt werden, erscheinen nun dickwandig und dunkelbraun; einzelne von ihnen verlängern sich zu den haarförmigen Anhängseln oder Stützfäden (appendiculae, suffulcra, Fig. 6 s), welche zur Unterscheidung der einzelnen Arten gebraucht werden. Die appendiculae entspringen, wie bereits erwähnt, meist von bestimmten Regionen des Peritheciums; bei Podosphaera (Erys.) Castagnei Lév. z. B., welche auf den Löwenzahnblättern, dem Wachtelweizen 2c. wächst, entspringen diese Haare sämmtlich auf der unteren Hälfte der Kapsel; sie sind hier meist unregelmäßig verästelt, septirt, mit braun werdender Membran versehen und flechten sich zwischen die einzelnen Fäden des Mycels hinein. Bei der Erysiphe (Calocladia) Berberidis, welche im August den mehlartigen Anflug oft ganzer Berberitzensträucher hervorruft, entspringen die Anhangshaare aus einer mittleren Zone oder der oberen Hälfte des Peritheciums; sie sind hier aufrecht, oder strahlig divergirend und an der Spitze regelmäßig wiederholt zweitheilig.

Mit der Bräunung der äußeren Zellschichten schreitet gleichzeitig die Ausdehnung und Braunfärbung der Innenwand fort und wenn das ganze Perithecium nahezu seine vollkommene Größe erlangt hat, vergrößern sich die Schläuche, die zuerst dünnwandig und mit der Innenrinde verwachsen, später an den Seiten dickwandig und frei werden. Der Inhalt der Schläuche ist ein feinkörniges Protoplasma, in welchem gleichzeitig die länglichen oder ovalen, meist farblosen, bisweilen gelben Sporen entstehen.

Soviel bis jetzt bekannt, werden meist die Sporen erst dann frei, wenn die Schläuche und das sie umhüllende Perithecium verwittern. Viele Kapseln öffnen sich aber im Spätherbste spaltenförmig bei gelindem Drucke und von dem Rosenmehlthaue wird angegeben, daß die Perithecien am Scheitel von selbst aufreißen und den geschlossenen Ascus austreten lassen.

Nach der Ueberwinterung sind die frei gewordenen Sporen fähig, Keimschläuche zu treiben, wenigstens beobachteten die Gebrüder Tulasne dergleichen

Fälle bei Erysiphe (Phyllactinia) guttata, dem Mehlthaue der Haselnuß und Hainbuche, bei E. (Trichocladia) tortilis auf Cornus sanguinea und bei Podosphaera (Sphaerotheca) pannosa, die auf Pfirsichen und Rosen bekannt ist.

Die Knospenzellen (Conidien) dagegen keimen (Fig. 11c) sofort nach ihrer Ablösung vom Träger; sie treiben meist an einem Ende einen Keimschlauch, der, kaum doppelt so lang als die Conidie, sofort auf geeigneter Unterlage unterhalb seiner Spitze einen Schlauchfortsatz bildet. Dann treibt die Spitze weiter. Wie bei vielen anderen Pilzen entwickelt sich auch hier bisweilen aus einer Conidie sofort ein aufrechter Conidienträger.

Die einzelnen Gattungen lassen sich nach folgenden Gesichtspunkten gruppiren:

α) Hyalosporae.

a) Perithecien mit einem achtsporigen Schlauch.

Podosphaera: Stützfäden der Kapsel an der Spitze mehrfach dichotom verzweigt.

Sphaerotheca: Stützfäden einfach, ähnlich den Mycelfäden.

b) Perithecien vielschläuchig, Schläuche 2—8sporig.

Phyllactinia: Stützfäden nadelartig starr, an der Basis oft aufgeblasen.

Uncinula: Stützfäden an der Spitze hakenartig gekrümmt; Schläuche kugelig-eiförmig.

Pleochaeta: Stützfäden an der Spitze gerade, Schläuche stielrund.

Microsphaera: Stützfäden an der Spitze mehrfach dichotom getheilt.

Erysiphe: Stützfäden einfach oder regellos (niemals dichotom) verästelt; Schläuche eirund.

Erysiphella: Stützfäden fehlen, Schläuche oblong.

β) Dictyosporae.

Saccardia: Sporen septirt, kugelig bis oblong, zu acht in den mehrfach vorhandenen Schläuchen.

Bei der Besprechung der einzelnen Arten haben wir anzuführen, daß der Kreis ihrer Verbreitung nicht immer scharf abgegrenzt ist. Es hat dies darin seinen Grund, daß wir bei einigen Pflanzen lediglich die Knospenform kennen ohne zu wissen, welche Kapselfrucht dazu gehört. Dies ist z. B. bei der in unsere wirthschaftlichen Verhältnisse am meisten einschneidenden Krankheit der Fall, nämlich bei dem

## Mehlthau des Weines.

(Oidium Tuckeri Berk., Erysiphe Tuckeri Berk.)

(Hierzu Taf. XIII.)

Nach den Angaben von v. Mohl[1]) trat die Traubenkrankheit, welche schon früher[2]) in Europa existirte, zum ersten Male im Großen verheerend in

[1]) v. Mohl in Bot. Zeit. 1852, S. 9; 1853, S. 588; 1854, S. 137.

[2]) Nach Oerstedt's System der Pilze ꝛc., übersetzt von Grisebach und Reinke 1873, S. 40, war die Traubenkrankheit den Römern bereits bekannt.

Margate in England in den Jahren 1845—1847 auf. Sie ging im Jahre 1848 nach Frankreich, wo sie in Versailles beobachtet wurde, erreichte 1851 das südliche Frankreich und Italien, zeigte sich im Herbst in Tyrol (Botzen), verbreitete sich darauf über die ganze Schweiz und trat endlich auch, zuerst vereinzelt, in Deutschland auf. Zunächst waren es vorzugsweise die Treibereien, die von der Krankheit litten; jetzt freilich ist auch keine Lage und keine Sorte im Freien vor den Angriffen des Pilzes sicher.

Immer zeigt sich der Pilz, der als Oidium Tuckeri Berk. in die Wissenschaft eingeführt worden ist, nur auf der lebenden Epidermis der Pflanze. Wenn sich seine Verwüstungen nur auf die Zweige beschränken würden, wäre die Krankheit nicht sehr gefährlich, da die Oberhautschichten, die allein von dem Pilze angegriffen werden, schon im folgenden Winter vertrocknen und im nächsten Frühjahre abgeworfen werden. Die untersten, ältesten Internodien des jungen Zweiges werden zuerst ergriffen; die Mycelfäden (Fig. 2 u. 3 m) kriechen in horizontaler Lage weiter und verästeln sich fiederförmig. Bald erheben sich von den älteren Myceltheilen die Conidienträger in etwas schief aufsteigender Lage (Fig. 2 b); ihre Septirung (Fig. 2 s) ist viel leichter erkennbar, als die der Mycelfäden und schon dadurch sind sie einigermaßen von einem etwa aufrecht wachsenden Mycelfaden unterscheidbar; noch deutlicher aber wird der Unterschied dadurch, daß die Spitze des Conidienträgers alsbald keulig anschwillt und eine eiförmige Spore (Fig. 2 c) abgliedert, deren Größenverhältnisse vielen Schwankungen unterworfen sind.

Theilweis durch das Weiterkriechen des Mycels von dem Stengel aus, vorzugsweise aber durch das Anwehen und schnelle Auskeimen der Conidien verbreitet sich der Pilz auf die Blätter und endlich auf die Fruchtstände, wo er seine verderblichste Thätigkeit entwickelt. Die Einwirkung auf die Gewebe erfolgt in allen Theilen in derselben Weise. Das Mycel saugt sich mit seinen Haustorien (Fig. 3 h) fest und entsendet kurze Zeit nach seiner Ausbildung neue Aeste mit sich bald lösenden Conidien, welche die Krankheit weiter verbreiten.

Die Anheftung des Mycelfadens an seine Unterlage stellt hier eine dritte Modifikation zu den bereits oben beschriebenen zwei anderen Formen dar. Der Faden bildet nach de Bary entweder eine einseitige, anliegende, mit kerbiglappigem Rande versehene Ausstülpung, oder es gehen auch zwei solcher Ausstülpungen (Fig. 3 a) von derselben Stelle des Mycelfadens nach entgegengesetzten Seiten hin ab, wodurch der Anblick einer lappigen Scheibe entsteht. Von irgend einem Theile dieser scheinbaren Scheibe geht dann das gewöhnlich gebauete Haustorium in das Innere der Epidermiszelle hinein. Die blasige Anschwellung des Saugorganes im Innern der Epidermiszellen scheint sich aber seltener auszubilden.

Durch das Eindringen des Haustoriums, das schon Visiani beobachtet, zeigt sich der Inhalt der Epidermiszelle bisweilen nicht wesentlich verändert;

in den meisten anderen Fällen ruft das Eindringen des Saugfortsatzes alsbald eine Bräunung des Inhalts und der Wandung hervor und leitet das Absterben der Zelle ein. Später bräunen sich auch die Nachbarzellen. An den Blättern bleibt es häufig bei der Bräunung, ohne daß die Epidermis abstirbt. Auf diese Weise entstehen die größeren, braunen Flecke an der Rinde und auf den Blättern [1]) und die kleinen Knötchen an den Beeren, welche häufig kurz nach der Blüthe vom Pilzmycel überzogen werden und, kaum zur halben normalen Größe herangewachsen, schon zu platzen beginnen. Das Zerplatzen ist die natürliche Folge des Auftretens jener braunen Flecke abgestorbener Epidermiszellgruppen. Während das dünnwandige, saftstrotzende Innengewebe der Beere sich auszudehnen bestrebt ist und die lebendigen Oberhautzellen passiv gedehnt werden, ist dies bei den trocknen Epidermiszellen der Flecke nicht mehr möglich. Hier reißt die Oberhaut der Beere ein, so daß deren Inneres theilweis klaffend bloß gelegt wird. Ist die Frucht schon einigermaßen in der Entwicklung vorgeschritten gewesen, dann wird die Beere bei trockner Witterung noch nothreif, wobei nur die Wundstelle selbst hart bleibt; bei feuchtem Wetter dagegen wird, unter Auftreten zahlreicher Schimmelpilze, die Fäulniß eingeleitet. Aus letzterem Umstande aber der Krankheit den Namen „Traubenfäule" zu geben, wie dies hier und da geschieht, ist vollkommen ungerechtfertigt.

Betreffs der Verbreitung des Pilzes sind unsere Kenntnisse noch sehr mangelhaft; es ist namentlich noch nicht sicher festgestellt, an welchen Orten der Pilz gefahrlos überwintert. Wenn auch beobachtet worden ist, daß dieselben Stöcke nicht alljährlich von der Krankheit leiden, so ist doch andrerseits

---

[1]) Braune, aber gleichzeitig dürre Flecke entstehen auch bei einer anderen, von Fuckel beobachteten Krankheit, die der Entdecker als „Gelbsucht" bezeichnet. (Fuckel: Symbolae myc. S. 359. — Wochenbl. d. Annal. d. Landwirthsch. in d. Preuß. Staat. 1870, S. 95). Die Flecke, sowie die ganze Krankheit sind aber nicht mit dem Mehlthaue zu verwechseln. Fuckel hält einen Pilz, Spicularia Icterus Fckl., für die Ursache der Gelbsucht, welche in den einzelnen Jahren in verschiedener Intensität auftritt und alle Traubensorten mit Ausnahme der Fleischtraube (Malvasier), die gerade stark vom Mehlthau leidet, heimsucht. Die Krankheit, sagt Fuckel, die bis jetzt auf dem linksrheinischen Ufer von Mainz bis Guntersblum häufig aufgetreten und sich namentlich an den Oestreicher Trauben zeigt, ist zunächst kenntlich durch ein Gelbwerden des ganzen Weinstocks kurz nach der Blüthe. Allmählich bilden sich dürre Flecke an den Blättern, die schnell das ganze Blatt umfassen und durch welche die ganzen Reben entblättert werden. Auf diesen dürren Flecken ist stets die Spicularia zu finden. „Die Folge davon ist, daß die kleinen Beerchen abfallen oder kaum schrotkörnergroß bleiben und, wie mir scheint, der ganze Stock abstirbt." Die Krankheit befällt ganze Weinberge und hält die kreisförmige Verbreitung, die so vielen Pilzen eigen ist, inne. „Um einen, wahrscheinlich schon im vorigen Jahre befallenen und abgestorbenen Stock werden die Nachbarstöcke im Kreise herum, der sich rasch vergrößert, befallen." Die Krankheit läßt sich schon von Weitem an dem landkartenähnlichen Colorit der Weinberge erkennen.

auch festgestellt, daß gewisse Exemplare in den Jahren, in welchen überhaupt die Krankheit bemerkt wird, so bald und intensiv befallen werden, daß kaum zu zweifeln daran ist, der Pilz habe an vielen Orten auf der Pflanze überwintert und durch eine zusagende Witterung die Pflanze gleichzeitig von vielen Angriffspunkten aus überzogen. Ein Ueberwinterungsheerd ist wahrscheinlich die Rinde. Bei einem am Spalier stehenden Rebstocke, der neben dem Mehlthau auch von thierischem Ungeziefer litt, rieth ich das Abblättern der Rinde. Eine einzige Rebe war dabei vergessen worden; auf dieser zeigte sich der Mehlthau und verbreitete sich von dort aus weiter. Es ist also wahrscheinlich, daß Mycelreste oder Conidien unter der alten Rinde den Winterfrost schadlos überstanden haben. Viel widerstandsfähiger werden jedenfalls die Fruchtkapseln sein, die wahrscheinlich auf einer andern Nährpflanze zur Entwicklung kommen, da das so häufige und gewissenhafte Nachsuchen auf den Weinstöcken in den verschiedensten Klimaten bisher noch kein positives Resultat ergeben hat.

Dem Bau seiner Haustorien nach nähert sich das Oidium Tuckeri der auf den verschiedensten Pflanzen vorkommenden Erysiphe communis, namentlich der Form auf Knautia arvensis. Ebenso besitzt die auf Populus fastigiata vorkommende Uncinula adunca gleichgebaute Saugorgane, die de Bary als haustoria lobata bezeichnet. Schon früher[1]) wurde die Aufmerksamkeit auf Uncinula spiralis gelenkt, die nebst andern Arten auf amerikanischen Weinstöcken vorkommt und deren Conidienform von dem Oidium Tuckeri schwer oder gar nicht zu unterscheiden ist.[2])

Von großem wissenschaftlichen, leider von keinem praktischen Interesse ist die Entdeckung eines Schmarotzers auf dem Weinpilze. Bis zum Jahre 1870 betrachtete man diesen Schmarotzer, der in den Erysiphen vieler anderer Pflänzen ebenfalls vorkommt und den Namen Cicinnobolus Cesatii führt, als eine Entwicklungsform der Erysiphe selbst und nannte sie die Pycnidenfrucht derselben.

Man sieht nämlich zwischen den einzelnen normalen Conidienträgern auf dem Weinstocke einzelne verschiedengestaltete mehrzellige Kapseln auftreten (Fig. 12p), welche kleine eiförmige Sporen enthalten. Diese Sporen (Stylosporen) liegen in einem in Wasser löslichen, in Alkohol unlöslichen Schleim eingebettet und treten mit diesem in langen Ranken (r) aus ihren Kapseln. Entweder erscheinen diese Kapseln wie aus veränderten, dicker gewordenen und dunkel gefärbten Conidien entstanden und wie diese gestielt, auch oft reihenweis über einander gestellt oder sie treten ungestielt, als runde oder längliche Körper auf, oder endlich gleichen sie ihrer äußeren Gestalt und den Anhängseln nach vollständig den Perithecien der Erysiphe, auf der sie sich finden und unterscheiden sich nur durch ihren Inhalt an Stylosporen.

---

[1]) Bot. Zeit. 1879, S. 829.

[2]) Farlow: On the American grape-vine Mildew, cit. Bot. Jahresber. IV, S. 139.

Erst de Bary[1]) erkannte die wahre Natur dieser Kapseln. Er beobachtete zunächst in den Mycelfäden der Erysiphen, welche solche Kapseln trugen, einen zweiten, sehr dünnen mit reichlichen Scheidewänden versehenen Mycelfaden, der sich hier und da verästelt und in die Conidienträger hineingeht (Fig. 12m); wobei die Querwände des Erysiphenmycels durchbohrt werden. Ist das parasitische Mycel an der Spitze des Conidienträgers angelangt, beginnt es, sich reichlich zu verästeln und zu verzweigen. Diese Zweige füllen in Gemeinschaft mit solchen, welche von unten nachwachsen, bald die ganze Wand einer oder zweier übereinander stehenden Conidien aus und bilden, indem sie sich durch Querwände in fast isodiametrische Zellen theilen, eine dichte, innere Umkleidung der Erysiphenconidie. Durch das Wachsthum dieser inneren, oben und unten sich schließenden Wand wird die Conidie ausgeweitet und stellt jetzt jene Pycnidenkapsel (Fig. 12p) vor, welche man bis dahin als Fruchtform des Mehlthaues beschrieben hatte; in kurzer Zeit bräunen sich nämlich die ursprünglich farblosen Zellen der Pycnidenwandung, nachdem schon vorher an der Innenfläche derselben sich Ausstülpungen gezeigt, die zu Stylosporen ausgebildet werden.

So sehen wir denn die ehemalige zweite Fruchtform des Mehlthaues als die Pycnidenfrucht eines Parasiten, des Cicinnobolus, sich entpuppen. Die Gestalt dieser Pycniden-Früchte ändert sich, je nachdem das Parasitenmycel in eine Conidie oder in ein junges Perithecium der Erysiphe hineinwächst. Im letzteren Falle finden wir als Hülle das mit seinen charakteristischen Anhängseln versehene Perithecium, welches als Inhalt die Stylosporen des Cicinnobolus zeigt. In wenigen Stunden keimen diese geraden oder gekrümmten, etwa eiförmigen Sporen (Fig. 11st) in feuchter Luft oder auf Wasser mit einem Keimschlauche, der bei Berührung eines Erysiphenfadens sich in der Regel alsbald dicht an denselben anlegt und einen feinen, die Erysiphenzelle durchbohrenden Fortsatz treibt. Im Inneren derselben schwillt der eingedrungene Theil des Schmarotzers zu einer Blase (Fig. 11b) an, die allmählich zum Mycelfaden (m') auswächst. Sechs bis zehn Tage nach der Aussaat auf die Erysiphe von einem Melilotusblatte sah de Bary neue Pycniden des Cicinnobolus sich entwickeln. Wahrscheinlich enthalten alle Mehlthau-Arten denselben Parasiten, der von früheren Beobachtern allerdings schon einmal für einen besonderen Pilz gehalten worden war. Cesati z. B. nannte ihn Ampelomyces quisqualis, bei Crocq hieß er Endogenium, bei Castagne Leucostroma infestans[2]), Ehrenberg bezeichnete denselben mit Cicinnobolus florentinus; von Rieß wurde er Byssocystis textilis genannt und nach de Bary heißt er jetzt Cicinnobolus Cesatii.

---

[1]) Beiträge zur Morph. u. Phys. d. P. Abth. III, S. 53.
[2]) Montagne cit. in Bot. Zeit. 1854, S. 257.

Aller Wahrscheinlichkeit nach ist dieser Pilz ein Pyrenomycet, da de Bary bereits ein ferneres Entwicklungsstadium in Form eines Dauermycels beobachtet hat, welches sich in den Erysiphenfäden entwickelt und dadurch, daß es wahrscheinlich auch in den Haustorien des Mehlthaues Platz greift, in Gestalt flacher gelblicher Scheiben auch innerhalb der Epidermiszellen der Nährpflanze im September und Oktober angetroffen wird.

Es wurde oben erwähnt, daß die Entdeckung des Parasitismus von Cicinnobolus leider kein praktisches Interesse böte. Wie wir gesehen, greift nämlich die Erysiphe schon in den ersten Stadien ihres Mycellebens die Nährpflanze an und hat den Schaden wohl schon verursacht, wenn der Cicinnobolus auftritt. Wir stehen daher in der Bekämpfung der Krankheit auf demselben Punkte, wie früher.

**Vorbeugungsmittel.**

Gerade bei der Weinkrankung indeß dürfen wir hoffen, das Uebel allmählich in sehr enge Grenzen einzuschränken, da wir eine Anzahl Beobachtungen besitzen, welche uns Anhaltspunkte sowohl für eine erfolgreiche Vorbeugung als auch für eine nicht unwirksame Bekämpfung des Mehlthaues liefern.

Betreffs der Vorbeugungsmittel ist zunächst zu erwähnen, daß die verschiedenen Traubensorten nicht alle gleich stark vom Pilze befallen werden; am widerstandsfähigsten zeigten sich die Traminer und Rießlinge, wogegen Trollinger und Muscateller, Malvasier und verwandte blaue Traubensorten am meisten zu leiden hatten. Fuckel[1]) bezeichnet besonders die Fleischtrauben (Malvasier) als den eigentlichen Krankheitsheerd.

In Beziehung auf den Einfluß, welchen die Kulturmethode auf den Grad des Erkrankens ausüben kann, liegt eine Notiz von Conté vor[2]), welcher behauptet, daß an demselben Weinstocke die horizontal gezogenen Aeste von der Erysiphe Tuckeri befallen werden können, während die vertikalen davon befreiet bleiben.

In einer zweiten Abhandlung[3]) stellt Conté nach dreijährigen Beobachtungen folgende Sätze auf: Die Krankheit tritt hauptsächlich auf nach Uebermaß von Feuchtigkeit, zweitens bei horizontaler Lage der Fruchtreben, drittens bei Ueberladung an Trauben, viertens bei Ueberwuchernng des Stockes durch benachbarte Pflanzen, fünftens bei großem Alter des Stockes und sechstens bei Düngermangel. Die Mehrzahl der von Conté angegebenen Beobachtungen wurde schon im Jahre 1860 von v. Mohl aus dem Berichte der englischen Gesandtschaften an ihre Regierung hervorgehoben[4]). Im Allgemeinen hatten

[1]) Symb. myc. S. 79.

[2]) Compt. rend. 1868 t. 67, Nr. 25, S. 1268.

[3]) A. a. O. S. 1358.

[4]) Reports of Her Majesty's Secretaries of Embassy and Legation on the Effect of the Vine disease etc., cit. in Bot. Zeit. 1860, S. 168.

bis dahin die südlichen warmen Gegenden mehr gelitten, wodurch v. Mohl auf die Vermuthung kam, daß der Pilz zu seiner vollkommenen Entwicklung eine etwas höhere Temperatur als die Weintraube zu ihrer Reife braucht. Ein zweiter, wesentlich begünstigender Faktor stellte sich in gesteigerten Feuchtigkeitsverhältnissen heraus, indem die Gegenden in der Nähe des Meeres und die Orte mit regelmäßigen häufigen Niederschlägen (Südabhänge der Alpen) besonders stark gelitten hatten, während manche, im Inneren von Spanien liegende, trockene Bezirke und das ein continentales Klima besitzende Ungarn damals beinahe frei ausgingen. Auch in denselben Oertlichkeiten zeigte sich der Unterschied der Lage von bedeutendem Einflusse, indem niedere und feuchte Lage die Krankheit befördert hatte, dagegen hoch und trocken gelegene Weinberge fast gänzlich verschont geblieben waren.

In Beziehung auf die Kulturmethode widersprechen aber die Berichte den Angaben von Conté; da in Ersteren betont wird, daß eine niedere Erziehungsart von Nutzen sei. Trauben, welche unmittelbar auf dem Boden auflagen, waren vollkommen gesund. Alte Weinstöcke litten im Allgemeinen mehr, als die jüngeren Exemplare.

Auch Montagne (Coup d'oeil sur l'état actuel de la question relative à la maladie de la vigne, cit. in Bot. Zeit. 1854, S. 259) führt eigene Beobachtungen und auch Citate an, wonach die auf dem Boden liegenden Reben gesunde Trauben, die aufrecht gezogenen desselben Stockes dagegen erkrankte Früchte brachten. Danach sei das Niederhaken (provignage) der Reben oder wenigstens deren möglichste Annäherung an den Boden ein empfehlenswerthes Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit. Ich füge hieran eine mündliche Mittheilung von Herrn Stoll, Direktor des pomologischen Institutes zu Proskau, wonach die erkrankten Trauben durch Ringeln der Reben zu vollkommener Ausbildung gelangen sollen.

Zur Stütze der Ansicht, daß ungeeignete Ernährung eine Prädisposition für die Krankheit schaffe und damit zusammenhängend, daß gewisse Düngemittel dem Befallen entgegenwirken, ist folgende Beobachtung [1]) zu erwähnen. Im Herbste wurde um jeden der erkrankten Stöcke ein Graben von 20 cm Tiefe gezogen und dieser Graben mit Holzasche ausgefüllt. Der Erfolg war ein gänzliches Ausbleiben der Krankheit an den gedüngten Stöcken, während die daneben stehenden ungedüngten vollständig in ihren Trieben und Trauben überzogen wurden. Diese Erfahrung läßt einen Kalimangel vermuthen.

Wirklich wird die Ansicht, daß Kalimangel eine Prädisposition für die Krankheit schaffe, auch aufgestellt und man [2]) empfiehlt daher bisweilen eine Düngung mit Jauche und Abraumsalz. Dabei findet sich aber auch die Bemerkung, daß luftige Lage die Weinstöcke auch einigermaßen gegen die Krankheit schütze.

[1]) Land- und forstwirthschaftl. Zeit. zu Wien 1867, S. 729.

[2]) Zeitschr. des landwirthschaftl. Vereins in Bayern 1868, Januar.

Im Anschluß hieran ist eine Notiz aus Hoffmann's mykologischen Berichten[1]) zu erwähnen: Hohenbühel-Heufler beobachtete, daß gesunde Reben ganz plötzlich nach Sirokko-Wetter erkrankten, während Winde aus anderen Himmelsstrichen ohne schädliche Wirkung blieben. Hiernach wären trockene Winde oder, was wahrscheinlicher, vielleicht auch dadurch herbeigeführter schneller Temperaturwechsel als prädisponirendes Agens für die Krankheit anzusehen.

### Bekämpfungsmittel.

Als das bewährteste Mittel gegen den Mehlthau des Weinstocks und auch gegen die anderen Arten von Erysiphe hat sich das Schwefeln, d. h. das Ueberpudern der Pflanzen mit Schwefelblumen oder gepulvertem Schwefel herausgestellt.

Man hat zahlreiche Instrumente construirt, die das Schwefeln schneller und vollständiger zu vollbringen bestimmt sind, als es mit der Hand möglich ist. Wir glauben jedoch von jeder Beschaffung kostspieliger Apparate abrathen zu müssen, weil einfachere denselben Zweck ebenso vollkommen erfüllen. Das Prinzip, nach welchem die meisten dieser Vorrichtungen gebauet sind, beruht auf Herstellung eines Handblasebalges, an dessen Spitze ein Behälter für Schwefelblumen angebracht ist, der in eine schnabelförmige Streu-Vorrichtung mündet. Noch billiger ist die Schwefelquaste. Dieselbe stellt einen Pinsel aus starken Wollfäden dar, die in einen siebartigen Blechboden derart gefaßt sind, daß zwischen je zwei Wollfäden ein Durchgangsloch in dem die Wollfäden haltenden Boden sich befindet. Der Stiel des Pinsels ist hohl. An seiner verschließbaren Spitze werden die Schwefelblumen eingeschüttet; dieselben fallen auf den Siebboden, der die Wollfäden hält und durch die freigelassenen Löcher zwischen die einzelnen Fäden des Pinsels, der sie bei geringem Schütteln sehr gleichmäßig über die Pflanze vertheilt. Ein einmaliges Schwefeln genügt in der Regel nicht; dennoch sind die günstigen Wirkungen desselben immer noch bemerkbar. So berichtet Sommer aus Edenkoben (Pfalz), daß die Weinberge in der Umgegend des Ortes ein bis drei Mal, ja bis sechs Mal geschwefelt worden sind. Die drei und sechs Mal geschwefelten Trauben befanden sich in vollster Gesundheit, wogegen die ein Mal geschwefelten zwar noch vom Pilze überzogen blieben, aber immer noch besser waren als die nicht geschwefelten. Es empfiehlt sich, den Schwefel das erste Mal kurz vor der Blüthe, das zweite Mal kurz nach der Blüthe und das dritte Mal etwa im August aufzutragen.

Nach den Versuchen von Mach[2]) ist die Wirkung des Schwefels von dem Grade der Feinheit des zur Verwendung gelangenden Pulvers abhängig. Durch Untersuchung mit dem Chancel'schen Sulforimeter, sowie durch Abwägen

---

[1]) Bot. Zeit. 1869, S. 243.

[2]) E. Mach: Ueber die Qualität des zur Bekämpfung des Oidium verwendeten Schwefels. Pomolog. Monatshefte von Lucas. 1884, Heft 6, S. 170.

bestimmter Volumina zeigt sich, daß Schwefelblumen meistens gröber sind als die besseren Muster gepulverten Schwefels. Erstere unterscheiden sich vom Letzteren unter dem Mikroskope durch ihre mehr nierenförmige Gestaltung, während die einzelnen Körnchen des gemahlenen Schwefels kantige, scharfeckige Formen besitzen. Schwefelblumen sind in Schwefelkohlenstoff größtentheils unlöslich, der gemahlene Schwefel aber löst sich auf. Einen sehr hohen Feinheitsgrad zeigt der aus der Schwefelleber (durch Zusatz einer Säure) gefällte Schwefel, wenn dessen Trocknung recht vorsichtig und bei niedriger Temperatur erfolgt. Auch die Art der Fällung kann einen Einfluß auf die Feinheit ausüben. Aus einer Lösung von Kalkschwefelleber ergab sich durch Zusatz von Salzsäure ein viel gröberes Fällungsprodukt als mit Schwefelsäure. Das amorphe Pulver zeigte unter dem Mikroskope die gleiche Korngröße, aber die einzelnen Theilchen waren bei der Salzsäurefällung mehr zusammengebacken. Frühere Erfahrungen haben gezeigt, daß gestoßener Schwefel etwas besser an den Pflanzentheilen haften blieb.

Auch die Tageszeit, bei welcher die Manipulation unternommen wird, scheint die Höhe des Erfolges zu beeinflussen. So ist nach mir brieflich zugegangenen Mittheilungen aus Caifa (Syrien) in den dortigen Weingegenden die Krankheit alljährlich (Nähe des Meeres) zu finden. Das Schwefeln hatte nur dann Erfolg, wenn es in der Mittagszeit ausgeführt worden war, während dort, wo am Morgen auf die bethauten Blätter geschwefelt worden, eine günstige Wirkung nicht ersichtlich war. Auch Gennadius[1]) betont, daß wolkenloser Himmel und brennende Sonne erst das Schwefeln erfolgreich machen. Indeß müssen direkte Parallelversuche diesen Punkt noch sicher stellen, da andrerseits auch angegeben wird, daß bei dem Schwefeln in heißer Mittagsonne die Beeren schwarzfleckig geworden sind.[2])

Ebensowenig festgestellt ist die Art und Weise, in welcher der Schwefel eigentlich hilft. Während einzelne Beobachter die mechanische Wirkung allein veranschlagen, neigt sich die Mehrzahl dazu, die chemische Wirkung in den Vordergrund zu stellen. Hierbei ist in erster Linie wohl an die sich bildende schwefelige Säure zu denken, deren Entstehung von Moritz[3]) bei Einwirkung des direkten Sonnenlichtes, (viel weniger schnell bei diffusem Lichte) auf geschwefelte Triebe nachgewiesen wurde. Bysarow[4]) bestätigt die Oxydation des Schwefels zu schwefeliger Säure, konnte dieselbe aber nur in sehr geringen Mengen ($^1/_7$ vom Gewicht, $^1/_{10}$ vom Volumen der Kohlensäure der Luft)

---

[1]) M. Gennadius: Sur le soufrage de la vigne en Grèce. Compt. rend. 17. Février 1883.

[2]) Biedermann's Centralbl. 1883, S. 67.

[3]) Moritz: Ueber die Wirkungsweise des Schwefelns &c. Landwirthschaftl. Versuchsstationen XXV 1880, Heft I.

[4]) Biedermann's Centralbl. 1883, S. 700.

nachweisen. Dies würde nun aber bei der stark desinfizirenden Wirkung und dem Umstande, daß auf den Entwicklungsheerden, den Blättern, der Gehalt an schwefeliger Säure ein viel größerer sein wird, nicht als Einwand gegen die Annahme gelten können, in dieser Säure den wirksamen Faktor bei dem Schwefeln zu erkennen. Allein es liegen doch eine Anzahl Bedenken vor. Zunächst kann man sich bei Aussaat von Mehlthausporen überzeugen, daß dieselben in schwachprozentiger Lösung von schwefeliger Säure noch keimen. Ferner liegen Angaben vor, daß auch andere Mittel, die keine schwefelige Säure entwickeln, wirksam unter Umständen sind. Außerdem wird berichtet[1], daß die Beimengung größerer Quantitäten schwefeliger Säure zur Luft durch Schwächung der Nährpflanzen die Pilzausbreitung befördert hat. Mach spricht sich auch in Folge solcher Bedenken dahin aus, daß die Wirkung des Schwefels zwar eine chemische, aber weder in der Entwicklung der schwefeligen Säure noch des von Poliacci[2]) nachgewiesenen Schwefelwasserstoffs zu suchen sei. Nach meinen Aussaatversuchen ist der Letztere jedenfalls ein die Keimung des Oidium wirksamer hinderndes Mittel als die schwefelige Säure, und, falls sich die Untersuchungen von Poliacci bestätigen sollten, würde ich dem Schwefelwasserstoff in erster Linie die Wirkung des Schwefelns zuschreiben. Es ist übrigens auch durch die Versuche von Selmi und Missaghi[3]) nachgewiesen worden, daß wenn Pilze mit Schwefel überschüttet werden, sich Schwefelwasserstoff bildet.

Statt des reinen Schwefels ist mehrfach eine Mischung von Kalk mit Schwefel als Heilmittel empfohlen worden. Die Wiener landw. Zeitung vom Jahre 1868, Nr. 22 giebt ein Rezept nach Prof. Peyrone. 1 kg Kalk, welches in 5 kg Wasser gelöscht wird und dem 3 kg Schwefel beigegeben worden, wird eine Stunde hindurch gekocht, bis der Schwefel gänzlich vermengt ist. Das Gemenge wird mit 1 hl Wasser verdünnt und dann mit einem Mauerpinsel auf Trauben und Blätter aufgespritzt. Nach drei Tagen soll keine Spur des Pilzes vorhanden sein.

Etwas später ist noch ein ähnliches Mittel gegen den Pilz angewendet worden. Nach Mittheilungen des Prof. Mangini[4]) im Industriale Italiano ist vom Baron Mandola eine feine schwefelhaltende Erde auf die erkrankten Theile mit sehr gutem Erfolge gestreuet worden. Diese aus Sicilien stammende Erde (minerale greggio) besteht nach Mangini aus 40% Schwefel, 2%

---

[1]) z. B. bei den vulkanischen Ausbrüchen auf Santonin, Naxos u. a. Inseln im Jahre 1866. Flora 1867, S. 236.

[2]) Poliacci in Gazzetta chimica italiana, cit. Bot. Jahresber. IV, S. 125. Nicht blos das Oidium, sondern die Weinpflanzen selbst entwickeln Schwefelwasserstoff, wenn sie mit Schwefel bestreuet werden. Ein Gemenge von Schwefel mit Holzasche ist dem reinen Schwefel vorzuziehen.

[3]) S. Bot. Jahresb. IV 1876. S. 96.

[4]) Wochenbl. der Annalen der Landw. in d. Kgl. Preuß. Staat. 1871, Nr. 6.

Alkalien, 11,8 kohlensaurem Kalk, 4,2 Magnesia, Eisen, Thonerde, 36 % Gips und Spuren von Arsenik. In diesem Gemenge wird ebenfalls der Schwefel als das wirksame Agens zu betrachten sein.

An diese Angabe läßt sich eine Notiz reihen[1]), die allerdings nicht den Weinpilz, sondern den Rosenmehlthau betrifft, von dem man aber wohl dasselbe Verhalten wie bei dem Weinmehlthaue voraussetzen kann. Nach den Berichten des Prof. Wittmack über die internationale Gartenbauausstellung in Hamburg empfahl Rosenzüchter Harmes das Bespritzen mit schwefelhaltigem Wasser gegen den Pilz, Prof. Schulze—Rostock dagegen präcipitirten Schwefel oder eine Lösung von 1 Theil Fünffach-Schwefelkalium in 100 Theilen Wasser oder 1 Theil schwarzer Seife in 50 Theilen Wasser; Prof. Hallier ungereinigte Schwefelblumen, Dr. Focke eine Lösung von unterschwefligsaurem Natron in Wasser, Dr. Lucas—Reutlingen verdünnte Leimlösung (1 Pfund Leim auf 5 bis 6 Gießkannen Wasser). Eichler—Potsdam entschied sich für Schwefeldampf. Nach Beobachtungen des Verfassers sind auch hier bestimmte Varietäten dem Erkranken besonders ausgesetzt. Namentlich sind hier Remontantrosen aus der Gruppe der Rosomènes zu nennen, wie General Jaqueminot, Géant de batailles etc. Man könnte auch hier noch das von Bouché[2]) gegen den Weinmehlthau empfohlene Mittel, nämlich das Waschen mit starker Holzaschenlauge anführen.

Neuerdings empfohlen ist Calcium sulphur., das zu 100 g in trockener Substanz mit 10 g Gummi arab. vermischt wird. Alsdann gieße man heißes Wasser bis zur vollständigen Lösung. Bei dem Gebrauch verdünne man die Mischung mit 2 Kannen Regenwasser und bespritze damit die Pflanzen. In Glashäusern streiche man mit dieser Mischung die Wände an.

Es verdient schließlich ein von manchen Seiten erwähnter Uebelstand hervorgehoben zu werden, der für die Weinbergsbesitzer von Werth ist. Der Wein von geschwefelten Trauben zeigte nämlich einen starken Geruch nach Schwefelwasserstoff. Derselbe läßt sich allerdings durch öfteres Ablassen des Weines entfernen, weicht aber nur sehr langsam. Beim fünften Ablassen war er bisweilen noch nicht gänzlich verschwunden. Schneller geht dies bei Anwendung von schwefeliger Säure (Einbrennen des Fasses), wobei Säure und Schwefelwasserstoff zersetzt und Schwefel auf dem Boden des Gefäßes alsbald abgesetzt wird. Bei dem Rothweine tritt aber bei Anwendung der Säure stärkere Entfärbung ein und in Folge dessen wird man hier wohl bei dem Ablassen in nicht gebrannte Fässer bleiben müssen, wodurch die Entfärbung bedeutend weniger merklich ist.

Aus der Verschiedenartigkeit der bisher erwähnten, mit Erfolg angewendeten Mittel schließen manche Beobachter, daß hier nicht ein spezifisch wirk-

---

[1]) Wochenbl. der Annalen der Landw. in d. Kgl. Preuß. Staat. 1870, Nr. 21.
[2]) Bot. Zeit. 1853, S. 622.

samer Stoff zu suchen ist, sondern daß vielmehr durch verschiedene Stoffe ein bestimmter Zustand erzeugt wird, welcher der Pilzvegetation hinderlich ist. Man vermuthet, daß durch die staubförmig angewendeten Mittel einfach die Luft von dem Erysiphengeslecht abgehalten und dessen Erstickung dadurch bedingt wird. Wenn diese Annahme richtig ist, dann muß auch Straßenstaub so gut wie Schwefelblumen wirken. In der That hat Chretien[1]) im Jahre 1856 vor der Pariser Akademie der Wissenschaften die guten Wirkungen des Bestreuens mit Chausseestaub gegen die Erysiphe bestätigt, nachdem schon drei Jahre früher Eugen Robert das Mittel mit Vortheil angewendet hatte.

Dieselben Erfahrungen finden sich auch in dem Berichte der englischen Gesandten vom Jahre 1859, auf den v. Mohl[2]) die Aufmerksamkeit gelenkt hat. In Spanien waren die Oertlichkeiten, welche an Chausseen liegen, und deren Pflanzungen so stark mit Straßenstaub bedeckt waren, daß sie Thonmodellen glichen, gänzlich von der Weinkrankheit verschont geblieben. Auch der Schwefel, sagt Mohl, wirkt nur dann, wenn er reichlich bei trockenem Wetter aufgestreuet wird. Bei trockener Witterung haben sich auch Kohlen- und Kalkstaub bewährt. Es bleibt bei allen diesen Angaben aber noch zu erörtern, ob nicht die Trockenheit der Luft bei wahrscheinlich lang anhaltender regenloser Witterung der Ausbreitung der Krankheit eine Grenze gesetzt hat.

Trotz der vielen, hier aufgezählten Erfahrungen müssen wir gestehen, daß unsere Kenntnisse selbst bei dieser so verbreiteten Krankheit höchst mangelhafte sind und wir können nicht umhin, wiederum darauf hinzuweisen, daß ein wirklicher Fortschritt in der Bekämpfung der Krankheit erst dann zu erwarten ist, wenn Institute gegründet werden, die ausschließlich und systematisch mit den Krankheiten der Pflanze sich beschäftigen.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Blatt von Vitis vinifera mit Anflug von Oidium Tuckeri Berk.

Fig. 2. Mehlthaufäden vergrößert. m Mycel, h Haustorium, b Basidie mit Scheidewänden s, c Conidie.

Fig. 3. Oberhautzellen der Weinbeere, über welche der Mycelfaden m läuft; aus demselben zeigt sich ein Saugorgan, das bei a die lappige, scheibenartige Ausstülpung, bei h den eindringenden Saugfortsatz erkennen läßt.

Fig. 4. Conidie.

Fig. 5 und 6. Kapseln vom Mehlthau des Ahorns. a Sporenschlauch, z Kapselwand, s Stützfäden.

Fig. 7. Befruchtungsorgane; a und b zwei verschiedene Mycelfäden, c Anlage des Ascogons, p junges Pollinodium.

---

[1]) Monatsschr. für Pomologie und prakt. Obstbau von Oberdieck und Lucas 1857, S. 322.

[2]) Bot. Zeit. 1860, S. 172.

Fig. 8. Anfang der Kapselbildung. Ascogon und Pollinodium haben eine Stielzelle st abgeschnürt; die neu ausgesproßten Hüllschläuche haben die Geschlechtszellen verdeckt.

Fig. 9. Längsschnitt durch eine junge Kapselanlage. st Stielzelle des Ascogons, das bereits eine obere schlauchwerdende Zelle a gebildet hat; h durch Querwände gefächerte Hüllschläuche, welche die junge Kapselwand darstellen.

Fig. 10. Mycelfäden einer mehrschläuchigen Erysiphe; hier ist das Ascogon a um das Pollinodium p gekrümmt.

Fig. 11. Keimende Oidiumsporen, in deren Keimschlauch der Stylosporenkeimschlauch von Cicinnobolus Cesatii eingedrungen ist. (st Stylospore mit dem bei b blasenartig angeschwollenen Keimschlauch, der allmählich zum Mycel m auswächst.).

Fig. 12. Conidienträger von Oidium deformirt durch die Einwanderung von Cicinnobolus Cesatii; m Mycel des Cicinnobolus, p Kapsel dieses Schmarotzers, r Stylosporen bergende Schleimranke.

Von den Mehlthauarten auf anderen Pflanzen erwähnen wir zunächst

Podosphaera Kze.

P. Oxyacanthae dBy auf Blättern von Crataegus monogyna und Oxyacantha. — P. myrtillina Kze. auf Blättern von Vaccinium Myrtillus. — P. tridactyla dBy auf beiden Blattseiten von Prunus Padus, spinosa, Cerasus und domestica. — P. Schlechtendalii Lév. auf Blättern von Salix alba und viminalis.

Sphaerotheca Lév.

Sph. pannosa (Wallr.) Lév. mit farblosen Stützfäden. Ist der bekannte pelzartige Rosenmehlthau, von dem oben bereits die Rede gewesen; derselbe ist für die Rosen zwar nicht so schädlich wie das später zu erwähnende Asteroma, aber immerhin eine sehr lästige Krankheit, da er Blätter, Triebe und Knospen überzieht. Viel schädlicher ist der Pilz aber auf den Pfirsichen. deren Blätter verkümmern, deren Triebe sich krümmen und deren Früchte manchmal halbseitig weiß überzogen erscheinen. — Sph. Castagnei Lév. mit braunen Stützfäden. Erzeugt anfangs deutlich abgegrenzte Flecke auf den Blättern von Rosaceen, Compositen, Scrophulariaceen, Cucurbitaceen, Urticaceen und Plantagineen. Ist als Erysiphe macularis, Dipsacearum, Potentillae, fuliginea etc. bekannt. — Sph. Nieslii Sacc. auf den Blättern junger Wurzelschossen von Sorbus Aria. — Sph. Mors uvae (Schw.) Berk. et Curt. soll mit dickem Mycelfilz die Beeren von Ribes uva crispa überziehen.

Phyllactinia Lév.

Ph. suffulta (Reb.) Sacc. (Ph. guttata Wallr.) lebt auf den Blättern von Alnus, Crataegus, Pirus, bei dem ich die pilzübersponnenen Blüthen vergrünt sah[1]), ferner kommt der Pilz vor bei Mespilus, Lonicera, Fagus, Corylus, Quercus, Carpinus, Betula, Fraxinus, Catalpa, Cornus, Celastrus u. A. — Ph. (?) Schweinitzii Lév. auf Blättern von Quercus sessiliflora.

Uncinula Lév.

U. Bivonae Lév. auf Blättern von Ulmus campestris. — U. macrospora Peck. durch ein beständigeres Mycel und zahlreichere Schläuche und Stützfäden von der

[1]) Auch ein Fall vollkommener Blüthenvergrünung bei einer Weintraube, die reichlich mit Oidium Tuckeri überzogen gewesen, ist mir zu Gesicht gekommen.

vorigen Art abgetrennt; auf Ulmus americana. — U. adunca (Wallr.) Lév. auf beiden Blattflächen von Populus, Salix und Betula. — U. Clintoni Peck. in Nordamerika auf Blättern von Tilia americana. — U. Ampelopsidis Peck. (U. subfusca B.) auf Blättern von Ampelopsis quinquefolia in Nordamerika. — U. Prunastri (DC.) Sacc. auf Blättern von Prunus spinosa. — U. spiralis B. et Curt. (U. americana How.) auf Blättern von Vitis cordifolia und Labrusca in Nordamerika. — U. geniculata Ger. auf Blättern von Morus rubra (N.-A.) — U. flexuosa Peck. auf der Blattoberseite von Aesculus Hippocastanum (N.-A.) — U. Aceris (DC.) Sacc. (U. bicornis Wallr.) auf Blättern von Acer campestre und Pseudoplatanus. — U. circinata C. et P. mit einfachen Stützfäden, auf Blättern von Acer spicatum und rubrum in Nordamerika. — U. Tulasnei Fuck. mit kugeligen Conidien, auf Blättern von Acer platanoides.

Pleochaeta Sacc. et Speg.

P. Curtisii Sacc. et Speg. (Uncinula polychaeta Berk. et Curt.) mit sehr zahlreichen, borstenartigen Stützfäden und zweisporigen Schläuchen; auf Celtis occidentalis u. A. in Nordamerika.

Microsphaera Liv. (Calocladia Lév.)

M. Lycii (Lasch.) Sacc. auf Blättern von Lycium europaeum, barbarum u. A. — M. Dubyi Lév. auf Blättern von Lonicera Caprifolium und parviflora. — M. Hedwigii Lév. auf Blättern von Viburnum Lantana u. A. — M. abbreviata Peck. auf der Blattunterseite von Quercus bicolor (N.-A.) — M. divaricata Lév. (Alphitomorpha div. Wallr.) auf Blättern von Rhamnus Frangula. — M. Evonymi (DC.) Sacc. (Alph. comata Wallr.) auf Evonymus europaeus. — M. Grossulariae Lév. (Erysiphe penicillata Lk.) auf Blättern von Ribes Grossularia (und Sambucus canadensis). — M. Vaccinii C. et Peck. auf Blättern von Vaccinium vacillans. — M. Berberidis Lév. (Erys. Berberidis DC.) auf Berberis vulgaris. — M. Friesii Lév. (E. Betulae DC.), auf Blättern von Betula alba und verrucosa von Rhamnus catharticus, Syringa. — M. penicillata Lév. (Alphit. pen. Wallr.) auf Blättern von Alnus, Viburnum Opulus, Corylus rostrata, Quercus nigra, Lonicera sempervirens, Andromeda, Betula pubescens u. A. — M. Ehrenbergii auf Lonicera tatarica.

Erysiphe.

E. Linkii Lév. auf Artemisia und Tanacetum. — E. lamprocarpa Lév. auf den Blättern von Compositae, Plantagineae, Scrophularineae, Labiatae, Campanulaceae etc. — E. Galeopsidis DC. auf Blättern von Stachys, Lamium, Galeopsis. — E. Montagnei Lév. (nach de Bary ist es Varietät von lamprocarpa) auf Lappa, Taraxacum und Xanthium. — E. tortilis Fr. auf Blättern von Cornus sanguinea. — E. horridula auf Asperugo, Symphytum u. a. Borragineen. — E. Umbelliferarum dBy (E. Martii Lév.) auf Angelica, Heracleum u. A. — E. communis Fr. auf Blättern der Ranunculaceae, Leguminosae, Geraniaceae, Scabiosae, Compositae, Convolvulaceae, Polygoneae, Scrophulariaceae, Urticaceae, Onagrariaceae etc. — E. Martii Lév. (nach de Bary nicht genügend von der vorigen Art verschieden) auf Cruciferae, Leguminosae, Umbelliferae, Hypericaceae, Convolvulaceae etc. — E. graminis DC. auf verschiedenen Gräsern, namentlich auf Dactylis glomerata. — Unter den Getreidearten wird der Pilz namentlich dem Weizen gefährlich bei ungünstigem Standort der Pflanzen, die ich zwar nicht absterben aber erschlafft und im Wachsthum beträchtlich zurückgeblieben gefunden habe. — Nach den in England gemachten Beobachtungen wird die Ausbreitung des Weizenmehlthaues durch Frühjahrsfröste, starke Regen, schweren, nassen Boden u. dgl. begünstigt; ebenso

erschien der Weizen nach früher Herbstsaat empfänglicher, als nach später und dichter Saat.[1]) Bei meinen Sandkulturen litten im feuchten Frühjahr die Mangelpflanze am meisten.

Als vermuthlich hierher gehörige Arten wären zu nennen E. Rubi Fuck. auf Blättern von Rubus fruticosus. — E. Tuckeri Berk., falls dieselbe nicht zu Uncinula spiralis gehört, die nur ein wenig kleinere Conidien hat; auf Vitis vinifera. — E. necator Schw. auf Trauben von Vitis Labrusca und europäischen Varietäten in Nordamerika. — E. Verbenae Schw. auf Verbena urticifolia in Nordamerika.

Erysiphella Peck.

E. aggregata Peck. auf den weiblichen Blüthenständen von Alnus serrulata Ait. — . .

Saccardia Cooke.

S. quercina Cooke auf Blättern von Quercus virens. — S. Martini Ell. auf welkenden Blättern von Quercus laurifolia in Nordamerika.

### b) **Perisporieae** Sacc.

Die hierher gehörigen Pilze bilden den Uebergang zu den Sphäriaceen, da sie meist schon ein braunes, anliegendes Mycel haben, das keine Oidium-Conidien bildet. Einzelne der kleinen Perithecien besitzen auch schon eine unscheinbare Mündung. Viele Arten leben saprophytisch, wie z. B. die Gattung Eurotium und Penicillium. Von den parasitischen Arten sind zu nennen:

Lasiobotrys Kze.: die traubenförmig gehäuften Perithecien stehen noch auf einem erysipheartigen, aber rundlich umgrenzten, mit Haaren besetzten Stroma. Perithecien schwarzbraun, Sporen farblos.

Apiosporium Kze.: Sehr kleine, mündungslose Perithecien mit einem vielsporigen Schlauche und Conidienformen, welche die alten Gattungen Torula, Fumago, Antennaria und Aehnliche darstellen. Sporen farblos.

Thielavia Zopf.: Perithecien kugelig ohne Anhängsel. Sporen braun, einzellig.

Asterina: Perithecien sehr flach gewölbt oder flachgedrückt mit gefranztem Rande und strahliger Zellenanordnung. Schläuche breit, 4- bis 8sporig; Sporen entweder ungetheilt, durchscheinend (Asterula) oder ungetheilt, braun (Asteronia) oder zweitheilig ungefärbt (Asterella) oder zweitheilig braun (Euasterina) oder mehrfächerig (Asteridium).

Dimerosporium Fckl.: Kugelige Perithecien ohne Anhängsel. Schläuche kurz eiförmig, achtsporig. Sporen farblos oder bräunlich, zweifächerig.

Meliola Fr.: Perithecien kugelig, auf strahliger Unterlage. Schläuche 2—8sporig. Sporen entweder ungetheilt farblos (Meliolopsis) oder 2- bis 5fächerig, braun, oblong (Eumeliola), oder mauerartig gefächert, braun (Pleomeliola).

---

[1]) Bot. Jahresber. 1883, Bd. XI, Abth. 1, S. 368, Ref. Nr. 156c.

Lasiobotrys.

L. Lonicerae Kze. auf den verschiedenen Arten von Lonicera.

Apiosporium Kze.

A. pinophilum Fuck. (Conidienform Antennaria pinophila Nees, Torula pinophila Chév.), eine Art Rußthau an Zweigen und Blättern von Abies pectinata bildend. — A. quercicolum Fuck. Die Conidienform, welche wahrscheinlich das Capnodium quercinum ist, bildet den Rußthau der Eichenblätter. — A. Fumago Fuck. auf Blättern von Fagus silvatica und Ilex Aquifolium; auf letzterer Pflanze bildet das perlschnurartige, kriechende Mycel, dessen Glieder in einzelne Conidien zerfallen, braunschwarze, rußthauartige Ueberzüge. — A. tremulicolum Fuck. Die Conidienform (Asterosporium Hoffm.) bildet leicht schwärzliche Flecke auf den Blättern von Populus tremula. — A. Rhododendri Fuck. Die Conidienform (Torula Rhododendri Kze.) überzieht Blätter und Zweige von Rhododendron ferrugineum. — A. Ulmi Fuck. (Torula ulmicola Rbh.) auf lebenden Aestchen von Ulmus suberosa. — A. Corni Wallr. auf Blättern von Cornus sanguinea. — Dunkle Häufchen auf alter Rinde bilden noch A. Mali, Salicis u. A.

Thielavia Zopf.

T. basicola Z. wächst an den Wurzeln von Senecio elegans und tödtet das Gewebe, in das der Pilz eindringt und in dessen Zellen er z. Th. fruktifizirt. Man erkennt ihn mit dem bloßen Auge an dem schwarzen Pulver, das die Wurzeln überzieht. Die eine von den 2 bekannten Conidienformen ist als Torula basicola Berk., Helminthosporium fragile Sor. beschrieben worden.

Asterina Sacc.

Die Gattung enthält viele Arten, die von anderen Autoren nicht hierher gerechnet werden. Die meisten sind Ausländer. A. cupressina Cooke (Venturia cupr. Rehm.) auf Blättern von Cupressus thyoides. — A. Veronicae (Asteronia Veronicae Desmaz., Dimerosporium abjectum Fckl.) auf lebenden Blättern von Veronica officinalis. — A. Eugeniae Mont. in lebenden Blättern von Eugenia. — A. anomala Cooke auf Laurus. — A. pulla und A. Melastomatis Lév. auf Melastomaceen. — A. rhamnicola Rbh. (Capnodium rhamnicolum Rabh. auf lebenden Blättern von Rhamnus Frangula.

Dimerosporium Fr.

D. pulchrum Sacc. auf Blättern von Ligustrum vulgare, Cornus sanguinea, Carpinus Betulus und Lonicera Xylosteum in Italien.

Meliola Fr. (Conidienform bei mehreren Arten ein Helminthosporium.)

M. Camelliae Sacc. (Fumago Cam. Catt.) auf Blättern und Zweigen von Camellia japonica und Citrus.[1]) — M. fuliginodes Sacc. (Capnodium fuliginodes Rehm) auf trocknen Zweigen von Acer platanoides. — M. Mori Sacc. (Capnodium Mori Catt.) auf Zweigen und Knospen von Morus alba in Italien. — M. Citri Sacc. (Apiosporium C. Br. et Pass.). Der Pilz überzieht die Blätter mit einer grauen, sammtartig werdenden Kruste, welche Erscheinung als Aschenkrankheit, Mal di cenere in Italien bekannt ist. — M. Penzigi Sacc. (Capnodium Citri Penz.) ebenfalls auf Citrusblättern. — M. Abietis Sacc. (Apiosporium Abietis Cooke) bildet schwarze pulverige Krusten auf lebenden Zweigen von Abies.

---

[1]) O. Penzig: Note micologiche, seconda contribuzione allo studio dei funghi agrumicoli. Venezia 1884. S. 25.

### c) Capnodiaceae Sacc.

### Die Rußthau-Arten.

Capnodium. Diese Gattung zeichnet sich durch senkrecht aufsteigende, bisweilen lang-cylindrische bis keulenförmige und sogar nicht selten verästelte, schwarze Perithecien aus. Die Perithecien reißen meist klappig am Gipfel auf und lassen breit eiförmige, achtsporige Schläuche austreten. Die Sporen sind gelbbraun und oft mauerartig gefächert. Das Mycel überzieht in Krustenform die verschiedensten Pflanzen und bildet namentlich auf den Blättern leicht abhebbare Krusten, die dem Pflanzentheil das Ansehen geben, als wäre er mit Ruß überzogen. Neben den in früheren Gruppen bereits genannten Pilzen ist diese Gattung in erster Linie als Rußthau zu bezeichnen. So reichlich man die Mycelform und die Knospenzustände findet, so selten begegnet man den ausgebildeten Fruchtformen und es ist daher zu vermuthen, daß wir noch mehrere Arten auffinden werden, die jetzt noch unter der am meisten verbreiteten Art Capnodium salicinum Mtgn. (Fumago salicina Tul.) zusammengefaßt werden. Die genauere Betrachtung dieser Art giebt uns ein Bild des Formenreichthums, der bei den Kapselpilzen vorkommen kann. Da das Mycel von Capnodium nicht in den Pflanzentheil eindringt und der Pilz durch Zopf[1]) auch auf Fruchtsaft zu reicher Conidienentwicklung gebracht worden ist, so läßt sich schließen, daß die Beschädigung der Nährpflanzen nur durch die Entziehung von Licht von Seiten der die Assimilationsfläche überdeckenden Pilzkrusten geschieht. In dieser Weise schädlich wirkt der Pilz als

## Rußthau des Hopfens.[2])

(Taf. XIV, Fig. 1—9.)

Ungefähr im Juli erhalten die Hopfenblätter das Aussehen, als wenn sie stellenweis mit feinem Ruß überzogen wären (Fig. 1). Dieser allmählich immer dicker werdende Ueberzug löst sich endlich in Stücken von der Blattoberfläche ab. Das darunter liegende Gewebe erscheint dann gelb und ausgetrocknet, und das Blatt hat zu arbeiten aufgehört. Die Vorläufer des Rußthaues sind häufig die Blattläuse und mit ihnen ihre Feinde, die schwarzen Larven des Marienkäferchens (Coccinella). Die Praktiker haben daher das Erscheinen des Rußthaues in einen causalen Zusammenhang mit den Blattläusen zu bringen versucht, und in der That läßt sich ein solcher insofern annehmen, als das auf den Blättern ausgeschiedene Excret der Aphiden einen sehr günstigen Nährboden für das Mycel des Pilzes zu bilden scheint. Die Beobachtungen von

---

[1]) Zopf: Die Conidienfrüchte von Fumago. Halle 1878.

[2]) Fumago salicina Tul., Dematium salic. Alb. et Schw., Fumago vagans Pers, Cladosporium Fumago Lk., Torula Fumago Chév., Capnodium salic. Mtgn., Capn. sphaeroideum de Lcrx.

Fleischmann und Hirzel[1]), daß die Pflanzen, die unmittelbar neben den befallenen Hopfengärten standen, nur in geringem Maße vom Pilze zu leiden hatten, läßt sich bei der geringen Auswahl, welche Fumago betreffs seiner Nährpflanze macht, ebenfalls als ein Beweis für Begünstigung seiner Vegetation durch die Blattläuse ansehen.

In den ersten Stadien seiner Entwicklung entgeht der Pilz häufig der Beobachtung, da er zunächst eine weißliche, durchscheinende, sehr dünne, der Unterlage fest anhaftende Schicht von annähernd klebriger Beschaffenheit bildet. Diese Schicht ist aus kugelrunden, nur 0,003—0,005 mm dicken, matt gefärbten, einen ölartig aussehenden Inhalt führenden Zellchen gebildet (Fig. 2h), welche im Wasser alsbald mit einem Keimschlauche keimen (Fig. 6). Auf dieser Schicht entstehen nun die charakteristischen, schwarzen, schwach verästelten, hin- und hergebogenen Mycelfäden, welche etwa 0,008—0,01 mm dick und kurz septirt sind. Häufig bilden sich rosenkranzförmige, schwarze Ketten (Fig. 2f). Bald darauf entstehen sehr verschiedenartig aussehende, Fortpflanzungsorgane von schwarzer Farbe und sehr variabler Größe; sie erscheinen bald als große, schwarze Zellhaufen (Fig. 2z), bald als kleine, cylindrische bis eiförmige, vielfächerige Knospen (Fig. 7), welche in Wasser in wenigen Stunden lange Keimschläuche treiben; daneben erscheinen aber auch kugelrunde, braune, vielkammerige, oft stachelige Sporen, die bis 0,02 mm Durchmesser haben und welche vorzugsweise aus der primären weißlichen Schicht zu stammen scheinen.

Aus diesen verschiedenen Knospen sowohl, als auch direkt aus den Mycelfäden erheben sich zarte, sparsam septirte Hyphen meist einzeln oder in lockeren Büscheln, welche alsbald ausgebreitete oder zusammengezogene Trugdolden von wiederholt gabelig sich verzweigenden Conidienketten tragen (Fig. 2ct). Die Conidien sind eirund und glatt (Fig. 2c), von verschiedener Dicke, bald einfächerig, bald aber auch größer und mit 2—3 Querwänden versehen.

Während dieser überreiche Knospenapparat eine äußerst schnelle Ausbreitung des Pilzes ermöglicht und die in kurzer Zeit sich weit ausdehnenden, schwarzen Ueberzüge bildet, verdickt sich einfach die aus weißlichen Zellen gebildete, zuerst erschienene Schicht, das Hypostroma, welches erst bei der Bildung der zusammengesetzteren Fruchtkörper zur Ernährung derselben verbraucht wird. Dies findet im Herbste statt. Der Pilz stellt in diesem Stadium eine dichte, von der Unterlage nicht schwer lösliche, tiefschwarze, unterseits glatte, oberseits mit vielen Vorsprüngen versehene Kruste dar, welche die verschiedenen Sporengehäuse trägt (Fig. 3). Diese Gehäuse (conceptacula), die dickwandig, schwarzgrün und häufig lang ausgezogen sind, repräsentiren dreierlei Formen; erstens macht sich eine Bildung von Spermogonien kenntlich, welche als kleinere, dunkler gefärbte Gehäuse mit unbewehrter, abgestumpfter, enger Ausgangs-

[1]) Landwirthschaftl. Versuchsstationen 1867, Bd. IV, S. 178 und 339.

mündung erscheinen (Fig. 3spg). Die darin enthaltenen Spermatien (Fig. 3sp) sind sehr klein, gerade, linearisch, kaum 0,0035 mm lang, bleich und durchscheinend; sie werden, in einen farblosen Schleim gehüllt, ausgestoßen. Eine zweite in der Regel größere Form mit verjüngter Spitze und einer mit abstehenden Haaren besetzten Ausgangsöffnung, ist als die Pycnidenform zu betrachten (Fig. 3p); sie enthält eirunde oder länglich eirunde, schwarze, durch 3—5 Querwände und bisweilen einige unregelmäßige Längswände gefächerte Sporen von 0,013 bis 0,016 mm Länge und 0,0065—0,01 mm Breite (Fig. 3st, und im sprossenden Zustande Fig. 8). Manchmal sind die Pycniden, welche bisweilen $1/2$ mm Höhe erreichen, gabelig getheilt (Fig. 3g) und der eine Ast entleert Spermatien, während der andere Stylosporen entläßt. Nicht selten sieht man aus einzelnen Stellen der Wandung kurze Fadenenden in Gestalt von Haaren hervorsprossen (Fig. 3h). Die dritte vollkommenste Kapselform bilden die Perithecien, welche in Farbe den Spermogonien ähnlich, sich durch ihren kugelig angeschwollenen Gipfel auszeichnen, und welche bisweilen ebenfalls mit einem kurzen Aste versehen sind; sie enthalten je 10—15 verkehrt eiförmige, sitzende Schläuche von 0,04—0,06 mm Länge und 0,02 bis 0,025 mm Dicke (Fig. 3s).

Jeder Schlauch enthält acht Sporen; dieselben sind mehrkammerig, verkehrt eirund, schwarz, glatt, unbewehrt, 0,022—0,026 mm lang und 0,009 bis 0,013 mm dick (Fig. 4sp). Die Reife der Sporen beginnt schon im Herbste; die Mehrzahl derselben aber erscheint erst im Winter und Frühjahre, und einigermaßen günstige Vegetationsbedingungen rufen in kurzer Zeit die Keimung hervor (Fig. 5). Entweder entstehen jene kurzgliederigen, weißlichen Ketten oder das sich bald braunfärbende, langgliederige Mycel mit seinen verschiedenen Knospenbildungen, die sämmtlich in sehr kurzer Zeit keimen oder aber auch gleich Conidienträger entwickeln können. Diese Letzteren sind es, welche den besten Beweis für die merkwürdig leichte Vermehrung des Pilzes liefern. Nicht allein, daß ihre zahlreichen Conidien alsbald keimen oder sprossen, sondern sie selbst sind im Stande, von der Mutterpflanze gelöst und in größeren Stücken in Wasser gebracht, sich zu einem neuen Mycelfaden zu entwickeln (Fig. 9). [1])

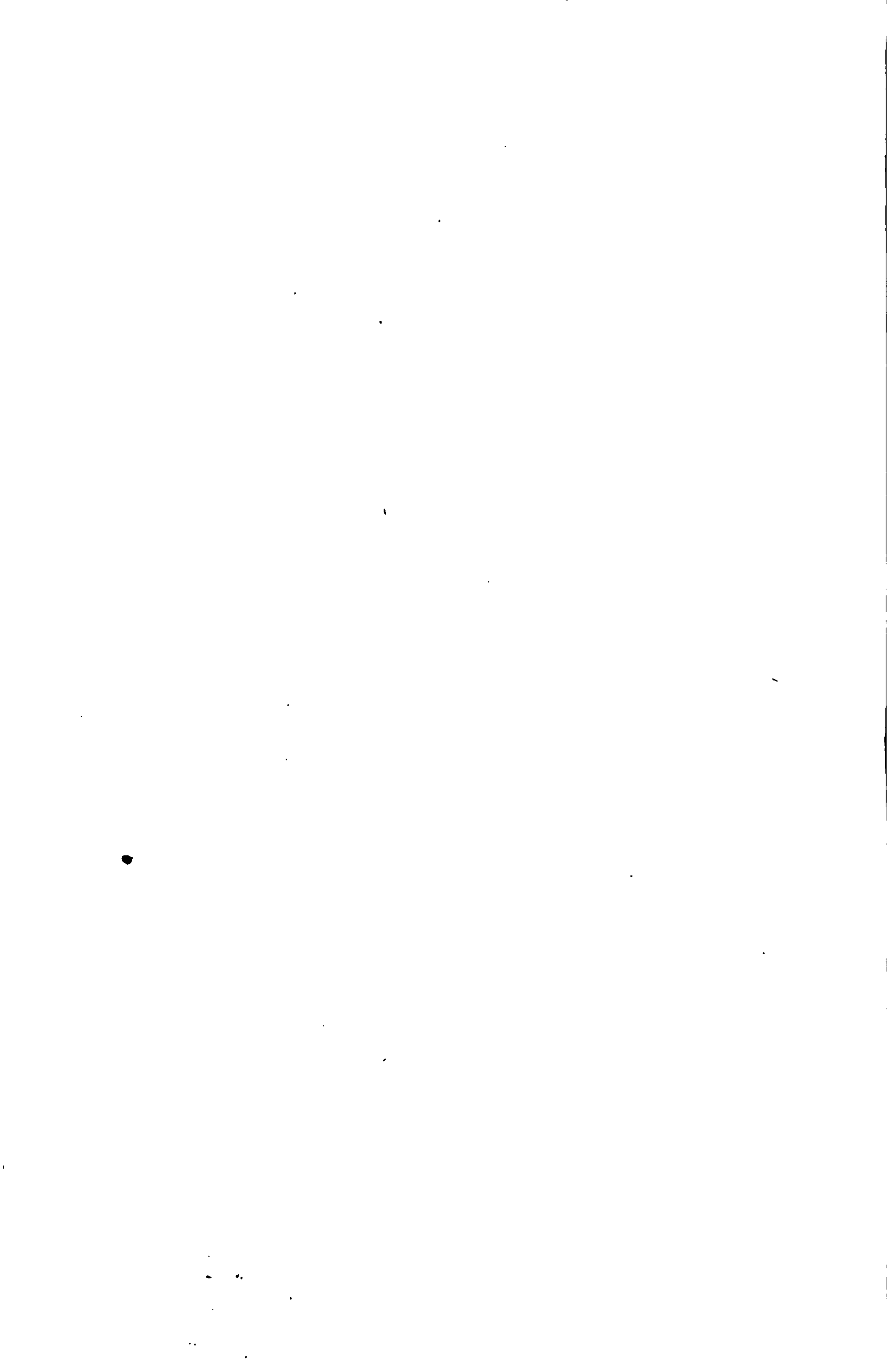
---

[1]) Ein ähnlicher Formenreichthum und eine ebenso schnelle Vermehrung, dabei sehr ähnliche Mycel- und theilweise selbst Conidienformen, welche ebenfalls einen schwarzen Ueberzug bilden, besitzt auch die Gattung Pleospora, so daß es dem oberflächlichen Beobachter schwer ist, zu bestimmen, welcher Pilz vorhanden ist. Es kommt dazu, daß bei beiden Gattungen die Anhaltspunkte fehlen, die eine bestimmte Nährpflanze bei anderen Pilzen liefert. Daher ist es nicht zu verwundern, daß man noch manchmal den Rußthau des Hopfens der Pleospora zuschreibt. Die Frage ist aber eigentlich schon 1833 durch Wallroth erledigt worden, und auch Kühn spricht sich für die Fumago als Ursache des Rußthaues aus.

Wallroth (Flora crypt. Germaniae II. S. 168) sagt: Cladosporium Fumago Lk. Ad foliorum vivorum paginam superiorem . . . . . . sub dio. et in cal-



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



Wir sehen also, daß, wenn günstige Entwicklungsbedingungen für den Pilz vorliegen, derselbe Organe zur schnellen und sicheren Vermehrung genügend besitzt, um die Krankheit in kurzer Zeit über große Strecken zu verbreiten. Abgesehen nun von einem Zustande der Hopfenpflanze, in dem dieselbe vielleicht einen günstigeren Mutterboden als gewöhnlich für die Fumago darstellt, werden auch äußerliche Verhältnisse, wie geschlossene Lage und feuchte Witterung der Vermehrung des Rußthaues sehr günstig sein. In dieser Beziehung wird also ein recht luftiger Standort auf kühlen Böden das beste Vorbeugungsmittel gegen die Krankheit, welche überhaupt in den unteren Regionen der Hopfenpflanze am intensivsten auftritt, abgeben. Ist der Pilz einmal verbreitet, so hat ihn bis jetzt kein Mittel zu entfernen vermocht; auch das mehrfach empfohlene Bespritzen mit Kalkwasser hat sich als unwirksam erwiesen.

Als Vorbeugungsmittel dagegen dürften, wie gesagt, häufiges Bespritzen der Pflanzen zum Abspülen der Unreinigkeiten und luftiger Standort zur Vermeidung länger anhaltender, feuchter Luft durchaus am Platze sein.

Unter den vielen Wirthspflanzen des Pilzes heben wir hervor Linden, Ulmen, Pappeln, Weiden, Birken, Pflaumen, Quitten, Weißdorn und Aepfel.

C. Footii Berk. et Desm.) soll sich durch borstenförmige Perithecien von der gewöhnlichen Art unterscheiden und den Rußthau auf den Blättern der Gewächshauspflanzen hervorbringen. Während die Stammart mauerförmig gefächerte Sporen zu 6 bis 8 in einem Schlauche enthält, hat C. Tiliae auf Tilia europaea und ulmifolia Schläuche mit 16 Sporen. Saccardo[1]) giebt unter den Formen, deren Schläuche noch nicht aufgefunden worden sind und von denen einzelne bei genauerer Untersuchung wahrscheinlich zu C. salicinum gehörig sich erweisen dürften, an: C. Araucariae Thüm. auf Araucaria excelsa — C. elongatum Berk. et Desm. auf Blättern von Persica, Smilax, Liriodendron, Pirus, Tussilago u. A. — C. Lonicerae Fuck. auf Lonicera Xylosteum. — C. Nerii Rabh. auf Blättern und Zweigen von Nerium Oleander. — C. Persoonii Berk. et Desm. auf Blättern von Corylus Avellana. — C. quercinum (Pers.) Berk. auf Blättern von Quercus pedunculata, Qu. Ilex und obtusiloba. — C. Taxi auf der Blattunterseite von Taxus baccata.

Antennaria Lk.

Ebenfalls rußthauartige Flecke und Ueberzüge werden durch die hier anhangsweise beigefügte Gattung Antennaria hervorgebracht, die, so weit sie überhaupt bekannt ist, die Charaktere von Capnodium theilt. Außer Mycel und Conidien sind bis jetzt nur hier und da Spermogonien beobachtet worden; viele Arten sind wahrscheinlich nur Jugendzustände von Capnodien.

A. pithyophila Nees (Torula fuliginosa Let.) auf Blättern und Zweigen von Abies. — A. cytisophila Fr. auf Zweigen von Cytisus incana. — A. elaeophila Mont. auf Blättern und Zweigen von Olea europaea. — A. ericophila Lk. überzieht in dicken schwarzen Rasen die Stämme von Erica arborea. Wir fügen hieran die Beschreibung des für unsere Glashauskulturen schädlichen Rußthau der Eriken.

---

dariis vigentium passim aestate praeprimis calida post pluvias (Hoc scilicet, Humuli pestem, quam Goetheus noster sciscitatur, constituit naturamque vegetabilem penitus exuit.)

[1]) Sylloge fungorum.

## Die Schwärze oder der Rußthau der Eriken.
### (Stemphylium ericoctonum A. Br.)[1]

Die Krankheit ist darum von Wichtigkeit, weil sie in milden Wintern in den Glashäusern diese beliebten Cappflanzen epidemisch befällt. Die Pflanzen werden welk, die jungen Triebe gelb- oder rothfleckig; ältere vertrocknen und werden schmutzig-braun. Schüttelt man derartig erkrankte Pflanzen, so fallen sämmtliche Blätter, mit Ausnahme der jüngsten Blattbüschel, ab, so daß die Eriken ein besenartiges Ansehen bekommen. Die Ursache ist in der Vegetation des äußerst feinen Stemphylium zu suchen, dessen etwa 0,003 mm dicke Fäden zu feinen, dem bloßen Auge schwer erkennbaren, der Oberhaut fest anliegenden Flecken zusammentreten, oder zwischen den Haaren der Blätter als seilartige Stränge ein feines Gespinnst darstellen. Die anfangs ungegliederten, farblosen Mycelfäden erhalten später eine braungelbe Wandung und vereinzelte Scheidewände. An den senkrecht aufsteigenden Aesten bilden sich alsbald Conidien. Dieselben sind entweder oval bis oblong, kaum dicker als der Pilzfaden und einzellig, oder bedeutend größer und dicker und zweifächerig (wobei jedes Fach durch eine Längswand sich abermals theilen kann, die Spore also vierfächerig wird). Sie besitzen meist ganz kurze eigene Stielchen und stehen entweder dolbenartig auf längeren Aesten oder einzeln auf kurzen Ausstülpungen des Mycelfadens; sie sind farblos, wie das junge Mycel, das sie erzeugt. Auf dem älteren, braunen Mycel hört die Bildung farbloser Conidien fast ganz auf, dagegen erheben sich dort auf kurzen Stielchen entweder einzeln oder in kurzen, etwa viergliedrigen Reihen größere, braune, kugelige oder ovale vielkammerige Conidien, von denen jede einzelne einen zierlichen 16—24zelligen maulbeerförmigen Körper darstellt, dessen Längsdurchmesser etwa 0,03 mm, dessen Breite durchschnittlich 0,018 mm beträgt.

Schon nach 24 Stunden sieht man sowohl aus den farblosen, als aus den dunkelbraunen, vielzelligen Conidien zarte Keimschläuche sich entwickeln, welche durch die Spaltöffnungen der Unterseite in das Blatt eindringen; jedoch ist der schädliche Einfluß, welchen der Pilz ausübt, weniger von den eindringenden Mycelfäden herzuleiten, da sich im Innern des Parenchyms nur ziemlich selten Pilzfäden erkennen lassen, als vielmehr dem auf der Oberfläche befindlichen Mycel zuzuschreiben. Sobald sich dasselbe zeigt, wird der Inhalt der vorher grün- oder rothgefärbten Zellen braun und zerstört, worauf die Zellen schrumpfen und allmählich vertrocknen. Ist die Luft der Glashäuser feucht und wenig bewegt, wie dies bei milden Wintern in kalten Glashäusern vorzugsweise der Fall ist, dann sind die Vegetationsbedingungen für den Pilz ungemein günstig und seine Vermehrung durch schnelles Auskeimen der Conidien außerordentlich beschleunigt; daher sieht man dann sehr schnell die braunen Flecke des durch den Pilz zerstörten Gewebes sich über die ganze Blattfläche und über die ganze Pflanze ausbreiten. Dadurch wird der frühe Blattabfall und über die ganze Pflauze ausbreiten. Dadurch wird der frühe Blattabfall und entweder der Tod oder doch ein derartig schlechtes Aussehen der Pflanze herbeigeführt, daß sie für gärtnerische Verwendung unbrauchbar bleibt.

Glücklicherweise giebt es ein Mittel, der Zerstörung des Pilzes einigermaßen vorzubeugen. Man halte die Pflanzen im Hause bei trüben, warmen Wintern so trocken, wie möglich, so daß sie selbst zu welken beginnen, wenn plötzlicher (dann durch Schattendecken zunächst abzuschwächender) Sonnenschein eintritt. Bei dieser trocknen Behandlung aber lüfte man, so lange die Temperatur es irgend erlaubt.

Man kann sich leicht überzeugen, daß die meisten Eriken nicht leiden, wenn sie kurze Zeit einer Temperatur unter Null ausgesetzt und die Töpfe einmal angefroren sind; da-

---

[1]) Ueber einige neue oder weniger bekannte Krankheiten der Pflanzen etc. von A. Braun, Caspary und de Bary. Berlin 1854, S. 18.

gegen sind sie in ihrer Ruheperiode sehr empfindlich gegen Nässe. Sollte es nicht möglich sein, durch Lüften allein die feuchte Luft des Hauses zu verbessern, so empfiehlt es sich, täglich etwas zu heizen und dann zu lüften. Heizen bei geschlossener Luft bringt die Eriken in Trieb und vergrößert den Schaden.[1])

Ein wahrscheinlich verwandter Rußthau überzieht auch die Correa-Arten bisweilen in dem Grade, daß die Pflanzen unbrauchbar werden. Der Pilz, von de Bary als Torula Correae beschrieben, ist jedenfalls auch nur Conidienform.

## 2. Sphaeriaceae.

Wir greifen aus dieser Unterfamilie nur diejenigen Gattungen heraus, die wegen ihrer parasitären Eigenschaften pathologisches Interesse haben. Der Gestaltenreichthum ist bei einzelnen Arten auch außerordentlich groß und zwar kommen die einzelnen Formen einer Art wohl auf derselben Wirthspflanze zur Entwicklung, aber selten sind alle Formen gleichzeitig zu finden. In Folge dessen ist die Zusammengehörigkeit der Knospen- und Schlauchformen nur durch dauernde Beobachtung und Kulturversuche festzustellen. Dies ist bis jetzt in Anbetracht der außerordentlich großen Zahl hierher gehöriger Arten nur in verhältnißmäßig wenigen Fällen geschehen und es basirt daher die Angabe über die Zusammengehörigkeit mancher Formen zu einer Art nur auf der Beobachtung des gemeinschaftlichen Vorkommens auf derselben Nährpflanze. Dies ist aber bei dem nachgewiesenen gemeinsamen Wachsthum ganz verschiedener Arten auf derselben Pflanze kein besonders fester Stützpunkt. Es ist daher in vielen Fällen gerathener, die zur Beobachtung gelangende Knospenform noch unter dem von den älteren Mycologen als besondere Art gegebenen Namen aufzuführen und dabei nur im Auge zu behalten, daß der Pilz keine in sich abgeschlossene Art darstellt, sondern noch in vollkommneren Entwicklungsstadien auftritt.

Von den hier in Betracht kommenden Sphäriaceen haben wir besonders folgende Unterabtheilungen ins Auge zu fassen:

a) Pleosporeae. Die hierher gehörigen Pilze bilden kein gesondertes Lager (stroma), auf dem sich die Perithecien erheben. Letztere sind lederartige, schwarze Kapseln, welche im Parenchym des Pflanzentheils eingesenkt liegen und nur mit ihrer meist etwas papillenartig vorgezogenen Mündung (ostiolum) herausragen. Später werden nicht selten die ganzen Kapseln frei, indem das über denselben liegende Gewebe abstirbt und zerreißt. Der Parasitismus dieser Arten ist ein sehr beschränkter; meiner Meinung nach von einem Unthätigkeitszustande der Nährpflanze mit abhängiger. Dieses Zurückdrücken der normalen Funktionen ist häufig durch anhaltend trübes, feuchtes Wetter, nicht selten aber auch durch zu dichten Stand oder Lagerung der Pflanzen veranlaßt. Wie früher gezeigt worden, gehen unter solchen Umständen die Assimilationsgröße,

[1]) Auch auf dem gewöhnlichen Haidekraute (Calluna) Erica vulgaris L. ist ein Pilz beobachtet worden, der den Namen Torula pityophila Chev. führt und von Tulasne (Sel. fung. carp. II. 281) zu Fumago gerechnet wird.

die Verdunstungsgröße, die Verathmung der gebildeten Säuren u. s. w. in der Pflanze zurück. Auch kommt es vor, daß die erhöhte Feuchtigkeit durch übermäßige Turgescenz des Gewebes Rißstellen an der Oberhaut, Korkwärzchenwucherungen u. dergl. erzeugt und so direkte Einwanderungswege für die sich in fast allen feuchten Standorten ansiedelnden Pleospora-Arten bildet. Außerdem werden die Zellwandungen sehr wasserreich sein.

b) Sphaerelloideae haben auch kein Stroma, sondern die Perithecien liegen flach in den Pflanzentheil eingesenkt oder fast ganz frei und entleeren ihre ungetheilten oder zweitheiligen Sporen aus den büschelig am Grunde der Kapseln stehenden, meist ohne Paraphysen vorhandenen Schläuchen.

### a) **Pleosporeae.**

Die Gattung Pleospora hat meist kahle Perithecien mit oft gelblich braunen, mauerförmigen Sporen.

Didimosphaeria: Die bald mehr oder weniger aus dem Gewebe frei hervortretenden Perithecien haben meist eine kegelförmig vorgezogene Mundöffnung und zwischen den Paraphysen die Schläuche mit zweizelligen, farblosen oder gebräunten Sporen.

Venturia hat dünnhäutige Perithecien, die an ihrer Mündung einen Kranz dunkler Borsten haben. Sporen zweizellig.

### **Schwärze der Hyacinthen.** (Pleospora Hyacinthi Sor.)

(Hierzu Taf. XIV, Fig. 10—17.)

Der Entwicklungsgang von der Gattung Pleospora wird am schnellsten an einem Beispiel zu übersehen sein und als solches wählen wir die Schwärze der Hyacinthenzwiebeln. Vorzugsweise leiden schon anderweitig erkrankte Exemplare von der Schwärze, indeß tritt die Erscheinung auch an gesunden Zwiebeln vielfach auf, deren äußere, im Abtrocknen begriffene Schuppen entweder durch einen stumpfschwarzen, festaufsitzenden Ueberzug stark verändert sind oder auch nur leicht mit schwarzen Körnchen, die wie feinstes Schießpulver aussehen, bedeckt erscheinen. Der Ueberzug wird durch ein dunkelrothbraunes Mycel hervorgerufen, dessen einzelne, vielfach gewundene, septirte und verästelte Fäden (Fig. 10m) eine Dicke von 0,0037—0,005 mm durchschnittlich besitzen, nicht selten aber auch eine Dicke von 0,02 mm erreichen und die in netzartigen Verzweigungen oder strangweise beide Seiten der äußeren Schuppen überziehen. Von der Oberfläche aus lassen sich die Fäden in das Innere der Schuppen hinein verfolgen; hier sind sie aber farblos, meist dünner, schlanker und langzelliger, als auf der Oberfläche. Der schießpulverähnliche Ueberzug besteht aus dichten, braunen, kreisrunden oder ovalen 0,1—0,15 mm Durchmesser besitzenden Zellhaufen des Mycels (Fig. 10z), welche durch sparsamere, schlanke Fäden untereinander verbunden sind und welche bei feuchtem Standort der Zwiebeln wieder neue, anfangs farblose, später sich bräunende Myceläste oder auch Basidien mit Conidien treiben.

Einzelne Stellen älterer Fäden sind einseitig wellig ausgebogen und diese ausgebogene Stelle erscheint auffällig dickwandig (Fig. 17) und der Schuppe sehr fest angeschmiegt, so daß man glauben möchte, einen Ersatz von Saugwarzen in diesen Ausstülpungen zu sehen. Auf Objektträgerkulturen in Zuckerlösung ist trotz sonst sehr üppiger Entwicklung eine derartige Ausstülpung nicht beobachtet worden; dagegen zeigte sich vielfach die Ausbildung des Mycels zu kurzgliederigen Ketten, wie sie in an-

dern Medien wenig oder nicht, auf der Zwiebelschuppe dagegen auch vielfach vorkommen. In den perlschnurartigen Ketten sind nicht selten einzelne Glieder besonders groß und dunkel gefärbt; aus ihnen sprossen hier und da ähnliche Zellen und geben Veranlassung zur Bildung der oben erwähnten Zellhaufen.

Die tiefe Färbung erhalten die rußartigen Ueberzüge der Schuppen erst durch die reichliche Ausbildung der Conidien, welche oval, spitz-eirund bis ellipsoidisch (Fig. 15c), dunkelbraun, mehrfächerig sind und in Büscheln vereinigt an der Spitze kurzer, meist senkrecht sich erhebender Aeste stehen. Die Länge dieser Knospen schwankt, wie ihre Gestalt; die ovalen sind durchschnittlich 0,025 mm lang, die ellipsoidischen mit ihren fast cylindrischen Modifikationen (Fig. 15h) erreichen eine Länge von 0,05 mm bei einer Breite von 0,0125—0,018 mm. In der Regel hat jede Knospe 3 Querwände; langgestreckte Formen haben deren 5 und sind an den Querwänden eingeschnürt (Fig. 15h). Von diesen häufigsten Formen giebt es Abstufungen bis zu kurz ovalen, mit einer Scheidewand versehenen und kugeligen, scheidewandlosen Conidien.[1]) Der schraubelförmige Conidienstand (15b) dürfte das von Fries beschriebene Cladosporium fasciculare Fr. darstellen. Auf den alten, schon abgetrockneten Schuppen finden sich häufig noch andere Knospenformen mit den oben beschriebenen vermischt. Entweder einzeln auf kurzen Stielen oder zu einfachen Ketten vereinigt oder in verästelten Formen, die ebenfalls nach schraubelförmigen Typus sich aufbauen, begegnet man der Alternaria tenuis Nees (Fig. 16) und hier und da den einzeln stehenden, maulbeerförmigen Conidien der Pleospora Sarcinulae Gibb. und Griffini. Weder auf den Zwiebelschuppen, noch bei Objektträgerkulturen ließ sich nachweisen, daß diese Formen von dem Mycel des Cladosporium fasciculare entspringen. Bei der nach 1—2 Tagen erfolgenden Keimung zeigt sich im Wasser eine schlanke Form der Keimschläuche vorherrschend, während in der Rohrzuckerlösung sich wieder eine entschiedene Neigung zur Bildung kurzgliederiger Sproßketten zeigt. Bei Aussaaten auf Hühnereiweiß (getrocknet, gepulvert und dann in Wasser vertheilt) fanden sich nach 5 Tagen Conidien von Gestalt der in Fig. 15h dargestellten, aber viel größer, bisweilen 10fächerig, ohne wesentliche Einschnürung und von geringerer Dicke; nicht selten entsteht aus einer Conidie ein kurzer Träger mit secundärer Knospe, wie dies bei Alternaria (Fig. 16a, b) angegeben.

Die langsame Färbung der immer farblos hervorbrechenden Keimschläuche des Cladosporium fasciculare unterscheidet sie von den sich sofort dunkelfärbenden Keimschläuchen der maulbeerförmigen Knospen von Pleospora Sarcinulae.

Bei genauer Durchmusterung kranker Exemplare findet man auf den gesunden, weißfleischigen Schuppen, welche unmittelbar unter den abgetrockneten liegen, Stellen mit leicht geschwärzter Oberfläche. Der schwarze Anflug rührt von Conidien her, deren meist gewundene Keimschläuche sich auf der Epidermis ausbreiten; es gelang bei Aussaatversuchen, das Eindringen der Keimschläuche zu beobachten, wenn die Zwiebeln einige Zeit in feuchter Luft gelassen waren. Die Spitze des Keimschlauches verdünnte sich ziemlich plötzlich und durchbohrte die Wandung der Oberhautzelle.

Somit ist erwiesen, daß der Pilz unter günstigen Verhältnissen gesunde Zwiebeln anzugreifen im Stande ist.

Wenn man nach weiteren Vermehrungsorganen des Pilzes frägt, so kann die bisherige Beobachtung nur mit großer Wahrscheinlichkeit solche bezeichnen, aber durch Unglück bei Aussaatversuchen ist der sichere Beweis noch nicht erbracht. Bei weiterer Durchmusterung des kranken Materials findet man in der That neben der Conidienform an einzelnen Zwiebeln auch Schuppen, welche mit zahlreichen, braunen, vielzelligen Kapseln

---

[1]) Ueber die weiteren Details s. Sorauer: Untersuchungen über die Ringelkrankheit und den Rußthau der Hyacinthen. Leipzig, Voigt, 1878.

von 0,075—0,15 mm Durchmesser besetzt sind. Sie sind sehr ähnlich den Fig. 10p abgebildeten Kapseln. Außerdem sieht man die bereits oben erwähnten, dunkelbraunen Punkte, die sich als dichte Zellhaufen erweisen. Diese Zellhaufen bestehen aus dicken, unregelmäßig durcheinander geflochtenen, braunen, kurzen Hyphen, die, im Jugendzustande in Wasser gebracht, alsbald lange, schlanke, septirte, verästelte Mycelfäden treiben, welche die Tendenz zeigen, mit einander zu verkleben.

Durch diese soliden Haufen und die obenerwähnten Kapseln (Spermogonien) erhält die Zwiebelschuppe ein chagrinirtes Aussehen.

Die Kapseln besitzen am Gipfel eine kreisrunde, 0,025 mm Durchmesser haltende Oeffnung, durch welche in farblosen Schleimranken außerordentlich zahlreiche, ovale, 0,0025 bis 0,005 mm lange und halb so breite Knospen (Spermatien) (Fig. 11) heraustreten. Durch die alsbaldige Lösung des Schleimes in Wasser vertheilen sich die Spermatien unter wimmelnder Bewegung über die Schuppenoberfläche. Nach 48 Stunden haben die Körperchen bereits etwa die doppelte Größe erreicht und begonnen, sich unter dem Einflusse der Luft braun zu färben. In der Mitte des Deckglases blieben sie farblos und fingen an, sehr kurzgliedrige, hefeähnliche Sprossungen zu treiben, während die am Rande des Deckglases befindlichen Spermatien schlanke, bis 0,0025 mm dicke Keimschläuche entwickeln und hier und da secundäre Sporidien abschnüren.

Aus andern dunkleren, ebenfalls kugeligen, von oben her etwas zusammengedrückten, ursprünglich von der Epidermis gedeckten, später frei zu Tage tretenden Kapseln (Pycniden Fig. 10p) mit dunkel umrandeter, kreisrunder Mundöffnung kommen braune, kugelige bis ellipsoidische 0,016 mm lange und etwa 0,012 mm breite, meist mit einer Querwand versehene Knospen (Stylosporen) hervor. Mit ihnen vermischt findet man auf den Schuppen in der Nähe der Gehäuse größere, bis 0,025 mm lange, durch 3 Querwände getheilte und an den Wänden etwas eingeschnürte Knospenformen, welche ebenfalls bald mit einem oder 2 Keimschläuchen auskeimen (Fig. 12). Die Fächer dieser Knospen sind bisweilen durch Längswände noch einmal getheilt.

Die unreifen, bereits vollkommen dunkelbraun gefärbten, mit einem kleinzelligeren, plasmareichen Kern versehenen Kapseln (Fig. 10p) senden bei längerem Aufenthalt in Wasser aus ihrer Basis neue, erst wasserhelle, sich später nachfärbende Mycelfäden aus, welche dunkler gefärbte, einzelne oder zu zweien und mehreren aneinandergereihte, kugelige oder tonnenförmige, intercalare Glieder von 0,007 bis 0,01 mm Länge und 0,005 mm Breite entwickeln.

Diese Mycelfäden sowohl als die Keimschläuche der Stylosporen lassen hier und da kleine sackartige, der Unterlage fest angeschmiegte Ausweitungen erkennen; auch zeigt die Spitze des Stylosporenkeimschlauches nicht selten eine Anschwellung, die mit einer Schleimhülle umgeben ist.

Während die Kapseln der Spermogonien und Pycniden sehr häufig und (mindestens im entleerten Zustande) auf den alten faulenden Schuppen der schwärzekranken Zwiebeln anzutreffen sind, ist es mir bisher nur selten gelungen, Fruchtkapseln (Perithecien) mit Schlauchsporen zu finden.

Die bisher zur Beobachtung gelangten Perithecien fanden sich gegen Ende September und Anfang Oktober als größere, schwarz erscheinende Körnchen auf den trocknen Schuppen von sonst saftigen, gesunden Zwiebeln, die während des Sommers theilweis frei über die Oberfläche der Erde hervorragend, kultivirt worden waren. Die schwarzen, von der Epidermis gedeckten, bisweilen auch noch etwas tiefer im Innern der Schuppe liegenden Kapseln sind nicht ganz kugelig, sondern von oben nach unten zusammengedrückt, etwa 0,32—0,34 mm breit und dabei 0,30—0,275 mm hoch. Die dem bloßen Auge kohlig schwarz, unter dem Mikroskope dunkelbraun erscheinende Wandung ist sehr dünn,

etwa nur 0,01 mm messend und, wie es scheint, nur aus 2 Zellschichten gebildet. Das Innere der unreifen Kapsel ist mit farblosem, ölhaltigem Pseudoparenchym ausgefüllt. Später läßt sich ein kugeliger, etwa 0,175 mm Durchmesser zeigender, aus parallelen 0,0025 mm dicken, farblosen, kegelförmig an der Spitze zusammengeneigten Fäden bestehender Körper aus dem unreifen Perithecium herauspressen. Es sind dies die jungen Schläuche und die an der Spitze bisweilen angeschwollenen Paraphysen.

Läßt man angeschnittene, unreife Kapseln, bei denen die Felder ihrer Wandung schon die gewöhnliche Größe von etwa 0,0075—0,0125 mm Durchmesser erlangt haben, mehrere Stunden im Wasser, so entwickeln sich aus einigen Zellen des pseudoparenchymatischen Inhaltes 0,0125—0,0175 mm Durchmesser haltende, kurze, dicke, kegelförmige, meist gekrümmte, von der Basis aus sich dunkelfärbende Fäden, die, wie es scheint, zu neuem Mycel sich verlängern können.

Wenn das vorherrschend nach der Unterseite der Schuppe hin frei werdende Perithecium reif wird, zeigt sich am Gipfel eine kreisrunde, nicht vorgezogene, später sogar vertiefte Mundöffnung, durch welche die Schläuche mit ihren Sporen treten.

Die zahlreichen, zwischen Paraphysen an der Basis der Kapsel entspringenden Fruchtschläuche reifen nicht zu gleicher Zeit. Man findet neben jugendlichen, fast cylindrischen, nach unten hin sich schnell verjüngenden, oben stumpf abgerundeten, 0,125 mm langen und 0,025 mm breiten Schläuchen mit trüb-körnigem protoplasmatischem Inhalte (Fig. 13a) ältere, dickwandige Schläuche mit ellipsoidischen oder lang rhomboidischen, matt gelben, ungetheilten, zweireihig neben einander gelagerten Sporen, und endlich ganz ausgereifte, die etwa 0,157 mm Länge und 0,03 mm größte Breite haben. In Letzteren sind die acht Sporen in derselben Lagerung aber veränderter Gestalt; sie sind merklich breiter und an den Enden abgerundeter, also eiförmiger, dabei intensiver gelb bis braun und mauerförmig gefächert geworden.

Je nach dem Reifezustande des Schlauches zeigte sich bei dem Austreten desselben aus der Kapsel eine Verschiedenheit. Bei sehr großen Kapseln auf feuchtliegenden Zwiebeln sah ich die 0,225 mm langen und 0,0375 mm breiten, schlank keulenförmigen Schläuche sich auf nahezu das Doppelte verlängern (Fig. 13c), ohne wesentlich an Breite zu verlieren; nur die Basis verschmälerte sich meßbar. Die Sporen werden dadurch in eine Reihe nach dem Gipfel des Schlauches hin geschoben, während der übrige Theil desselben fast ganz wasserhell wird und nur noch Spuren eines körnigen Protoplasma's zeigt. Die Spitze des Schlauches besitzt nach der Streckung eine papillenförmige Ausstülpung, die Austrittsstelle der Sporen. Bei andern Schläuchen derselben Kapseln, die ich ihrer dunkleren Sporen wegen für reifer halte, zeigte sich die Verlängerung nicht. Nach der Entleerung schrumpften die Schläuche etwas zusammen.

Die 8 Schlauchsporen (Fig. 13b) sind anfangs gelb, später hellbraun und endlich dunkelbraun; ihre Gestalt schwankt zwischen oblong und eirund, ihre Größe je nach der Größe der Kapseln zwischen 0,026—0,0375 mm Länge bei 0,015—0,0175 mm Breite. Durch die mauerförmig angeordneten Quer- und Längsscheidewände in der Spore wird dieselbe in zahlreiche (20—25) Fächer getheilt. Die Theilzellen an einem Ende der Sporen zeigen sich meist innerhalb des Schlauches schon etwas angeschwollen, wodurch die eiförmige Gestalt noch deutlicher hervortritt. Dieses dickere Ende der Spore ist im Schlauch nach oben gerichtet.

Die Keimung der Sporen erfolgt nach wenigen Stunden ihres Aufenthaltes in Wasser, indem 2 bis 8 kurz kegelförmige Keimschlauchanfänge aus verschiedenen Seiten hervorsprossen (Fig. 14a) und sich rapide (in 12 Stunden um 0,5 mm) verlängern. Die helleren Sporen keimen schneller als die dunkleren aus den sich nicht streckenden Schläuchen; von letzteren Sporen bemerkt man neben solchen, die Keimschläuche treiben,

einzelne, die nicht keimen wollen; die Fächer derselben quellen auf, runden sich ab (Fig. 14 b) und geben dadurch der Spore ein traubenartiges Aussehen. Dieselben Anfänge der Keimung findet man auch schon innerhalb des Schlauches in noch nicht ganz ausgereiften Kapseln. Die Keimschläuche durchbohren die aufgequollene Schlauchwand an beliebigen Stellen.

Das Austreten der Schlauchsporen wird jedenfalls erleichtert durch die wahrscheinlich anfangs als Schwellgewebe für die Ausdehnung der Kapseln functionirenden charakteristisch kurzgliederigen, farblosen Paraphysen (Fig. 13 p) die in der unreifen Kapsel zuerst kenntlich, bei der Reife aber in Wasser durch starke Quellung sehr bald undeutlich werden. Diese quellende Masse muß auf die eingebetteten Schläuche einen Druck ausüben, der die Sporen aus den Schläuchen herauspressen wird.

Aus diesen gemeinschaftlich mit einander auf derselben Zwiebelschuppe vorkommenden Fortpflanzungsorganen, welche ich als verschiedene Entwicklungsformen desselben Pilzes, Pleospora Hyacinthi Sor. auffasse, ist zu ersehen, wie leicht und reichlich die Vermehrungsart des Pilzes ist. Ja, selbst abgerissene Mycel- und Basidienstücke sind im Stande, neue, anfangs farblose Fäden zu treiben.

Wenn man ferner berücksichtigt, daß die Knospen und Fruchtkapseln grade in oder kurz nach der Zeit reifen, in welcher die Zwiebeln bei dem jetzt herrschenden Kulturverfahren wieder in die Erde gebracht werden, daß die Fruchtkapseln sich reichlicher auf der Unterseite der Schuppen zeigen, sich also nach den jüngeren, inneren, anstoßenden, gesünderen Schuppen hin öffnen und auf diese ihre Sporen ausstreuen, daß endlich die Sporen, wie die Kulturversuche auf Glas ergeben haben, mit so großer Leichtigkeit keimen, ja selbst keimen, wenn die Fruchtkapseln noch nicht einmal vollständig reif sind, dann kann man sich der Ueberzeugung nicht verschließen, daß der Schmarotzer zu einer ununterbrochenen Zerstörung der Zwiebel befähigt ist.

Das Mycel wächst, während die Zwiebel in der Erde sich befindet, in den befallenen Schuppen weiter. Liegen die Schuppen, wie dies bei gesunden Zwiebeln die Regel, sehr dicht auf einander, dann ist es für das kräftige Mycel sehr leicht, von der äußeren auf die nächst innere Schuppe hinüber zu wachsen. Sind die Schuppen, wie dies bei platzenden Zwiebeln der Fall, von einander abstehend, so daß die Luft einen ungehinderten Zutritt hat, dann findet eine reichliche, schnelle Conidienbildung statt; diese Conidien werden naturgemäß auf die nächst inneren, gesunden Schuppen übertragen werden und keimen, sobald Feuchtigkeit genug vorhanden ist. Aber selbst, wenn die Zwiebel in ihrer Ruheperiode bei trockner Sommerluft, außerhalb des Bodens sich auf den Stellagen der Zwiebellager befindet, ruht der Pilz nicht. Sein Mycel legt dann die Fruchtkapseln an, deren Sporen bei erneuetem Einpflanzen in den Boden die Infektion gesunder Schuppen übernehmen.

Die Krankheit bleibt also nur so lange latent, als im Boden die Bedingungen für eine übermäßige Entwicklung des Schmarotzers fehlen. Zu diesen Bedingungen ist in erster Linie die große Feuchtigkeit zu rechnen. Diese wirkt nicht nur an und für sich begünstigend, sondern wahrscheinlich auch noch dadurch, daß sie die Reife der Zwiebel verhindert und somit den Zuckergehalt der Schuppe vermehrt. Wir haben aber durch die Kulturen des Pilzes auf Glas in Zuckerlösungen gesehen, wie die Kräftigkeit der Entwicklung durch den Zucker gesteigert wird.

Bei der Schwärze also, wie bei der Ringelkrankheit, wird vor allen Dingen darauf zu achten sein, als Vorbeugungsmittel eine möglichst vollkommene Reife der Zwiebeln im Boden zu erzielen. Auch andere Zwiebelarten leiden von der Schwärze.

## Figurenerklärung.

Fig. 1—9. Capnodium salicinum.

Fig. 1. Verkümmertes Hopfenblatt mit schwarzen Rußthau-Krusten.

Fig. 2. Knospenorgane von Capnodium salicinum. h das farblose, schleimige Hypostroma, f fadenartige Zellketten, z kugelige, braune Zellhaufen, ct Conidienträger, c Conidien.

Fig. 3. Verschiedene kapselartige Gehäuse, welche Fortpflanzungsorgane enthalten. spg Spermogonien, welche sp Spermatien entlassen. p Pycniden, welche Stylosporen st ausstoßen. g eine verästelte Pycnide, h haarartige Anhängsel der Kapselwand, pe Perithecium, aus dem die Schläuche s sich hervordrängen.

Fig. 4. Ein Schlauch mit den vielkammerigen Ascosporen sp. (In der Abbildung sind die Sporenfächer zu rund gezeichnet.)

Fig. 5. Keimende Ascospore.

Fig. 6. Keimende Zelle aus dem Hypostroma.

Fig. 7. Keimende Stylospore.

Fig. 8. Stylospore sprossend.

Fig. 9. Abgerissenes Stück einer Basidie, das an beiden Enden zu neuen Mycelfäden aussproßt.

Fig. 10—17. Pleospora Hyacinthi.

Fig. 10. Epidermisstück einer erkrankten Zwiebelschuppe. m Mycel, z Zellhaufen des Mycels, p Pycniden.

Fig. 11. Spermatien keimend.

Fig. 12. Keimende Stylosporen.

Fig. 13. Theil des Peritheciéninhalts. a unreifer Schlauch, b reife Ascosporen, c gestreckter, entleerter Schlauch, p kurzgliederige Paraphysen.

Fig. 14 a keimende, b nicht keimende, aber ihre Theilzellen abrundende Ascospore.

Fig. 15. Die als Cladosporium fasciculare bestimmte Conidienform. m Mycel, b schraubelförmiger Conidienstand, c spitzeirunde Conidien, h cylindrische Modifikation der Conidien, d dunkle, kugelige Mycelglieder.

Fig. 16. Alternaria tenuis Ness., a Conidie mit secundärer Conidie, b mit neuem Conidienträger, d cylindrische Conidie.

Fig. 17. Mycelstück mit wellig ausgebogener, haustorial angeschmiegter Zellwandung.

So wenig es der vorstehenden Arbeit über die Schwärze der Hyacinthen geglückt ist, den bestimmten Nachweis der Zusammengehörigkeit der beobachteten Perithecien mit der Conidien- und Pycnidenform zu führen, ebensowenig ist dies bis jetzt bei anderen Arten gelungen. Selbst über die gemeinste Art, Pleospora herbarum Tul., herrschen trotz sorgfältiger Kulturversuche[1]) noch Zweifel. Ziemlich feststehend scheint zu sein, daß

[1]) Vergl. Gibelli und Griffini: Sul Polimorfisme della Pleospora herbarum Tul. Pavia 1873. Archivio trienniale.

wir unter der auf den verschiedensten abgestorbenen Kräuterstengeln vorkommenden Pl. herb. zwei Arten zusammenfassen, von denen die eine als Pl. Sarcinulae Gib. et Griff. eingeführte Art bei der Kultur die früher erwähnten Sarcinula-Conidien und Perithecien ergiebt, während eine zweite Art, Pl. Alternariae mit etwas kleineren Schlauchsporen außer Pycniden die Alternaria-Conidien liefert. Die bisher von den früheren Forschern zu Pl. herbar. gezogene Conidienform Cladosporium herbarum mit länglich ellipsoidischen, in Büscheln stehenden, scheidewandlosen oder 1—3kammerigen Knospen ist nach den neuen Untersuchungen von Gibelli, Bauke[1]) und Kohl gar nicht in diesen Formenkreis zu ziehen. Ebenfalls fraglich bleibt die Zugehörigkeit der als Phoma herbarum aufgeführten, bisher zu Pl. herb. gerechneten Spermogonienform. Winter (Kryptogamenflora) vereinigt mit Pleospora die nur durch einen Borstenbesatz unterschiedene Gattung Pyrenophora und theilt nun die hierher gehörigen Pilze ein in Arten mit kahler und nackter Perithecienmündung (Eu-Pleospora) und solche, bei denen das ganze Perithecium oder wenigstens dessen Mündung behaart ist (Pyrenophora.) Zu Eu-Pleospora mit gefärbten Sporen gehören beispielsweise Pl. Pteridis Ces. et de Not. mit mauerförmigen, honiggelben Sporen auf dürrem Laube von Pteris aquilina. — Unter den die Monocotylen bewohnenden Arten, deren Sporen meist 5 Querwände haben, ist zu nennen die mit einer Sporenlängswand versehene Pl. vagans Niessl. auf verschiedenen Gramineen. Eine andere Art, die sich durch eine Schwarzfärbung der Grashalme, namentlich des Getreides kennzeichnet, ist Pl. infectoria Fuck., deren Sporen auch nur eine unregelmäßige Längswand besitzen. — Nahe verwandt mit der Vorigen ist Pl. socialis Niessl. auf trocknen Schäften von Allium Cepa, auf denen sie 1 bis 3 mm große, geschwärzte Flecke durch ihr in und unter der aufgetriebenen Epidermis hinlaufendes Mycel erzeugt; die Sporen haben eine Längswand. — Dicotyle Kräuter bewohnen die durch ihre 4—5fächerigen Sporen übereinstimmenden Arten, wie z. B. Pl. Bardanae Nssl. auf Stengeln von Lappa; die Sporen haben keine oder eine unvollständige Längswand. — Pl. papaveracea Sacc. auf alten, faulenden Stengeln von Papaver; Sporen haben in einzelnen Zellen eine Längswand. — Pl. nigrella Wtr. (Curcubitaria nigr. Rabh.), deren zweite Sporenzelle eine Längswand hat, erscheint auf dürren Stengeln von Brassica Rapa. — Sporen mit 5 Querwänden und in den vier mittleren Zellen mit einer Längswand hat die auf den verschiedensten Kräutern häufige Pl. vulgaris Niessl. — Noch häufiger ist die Sporen mit 7 Querwänden und 2—3 Längswänden besitzende Pl. herbarum Rabh., die nicht nur auf den verschiedensten Kräutern, sondern auch auf faulenden Blättern von Bäumen und Sträuchern, auf den Flügelfrüchten von Acer und Fraxinus und den Hülsen vieler Papilionaceen beobachtet worden ist. Aus dem weitverbreiteten Vorkommen ist die große Anzahl von Synonymen erklärlich, die der Pilz besitzt. So ist er (nach Winter) identisch mit Pleosp. Asparagi Rabh., Pl. Armeriae Ces., Pl. Allii Ces., Pl. Samarae Fuck., Pl. Meliloti Rabh. und theilweis auch mit Pl. Leguminum Rabh., deren etwas schmälere Sporen zur Abgrenzung einer auch auf Schoten von Cheiranthus incanus vorkommenden Form Pl. herb. f. siliquaria Kze. Veranlassung gegeben haben. — Pl. Dianthi de Not. auf dürren Stengeln mehrerer Arten von Dianthus; die Sporen haben bei 7 Querwänden meist nur eine unvollständige Längswand. Als Spermogonienform erwähnt Fuckel die Ascochyta Dianthi Lasch. — Auf Galium, Echium und Melilotus kommt die mit 7—9 Querwänden und einer unvollständigen Längswand in den Sporen charakterisirte Pl. dura Niessl.

---

[1]) Bauke: Zur Entwicklungsgeschichte der Ascomyceten. Bot. Zeit. 1877, S. 313. Kohl: Ueber den Polymorphismus von Pleospora herb Tul. Bot. Centralblatt 1883, Bd. XVI, Nr. 1, S. 26.

Von den auf Bäumen und Sträuchern auftretenden Arten sind zu nennen Pl. orbicularis Auersw. auf Berberis vulgaris; außerdem die ihre Nährpflanzen schon im Speziesnamen anzeigenden Arten, wie Pl. Clematidis Fuck., Cytisi Fuck., laricina Rehm. Blattbewohner sind Pl. Syringae Fuck., Evonymi Fuck. Frangulae Fuck. und Grossulariae Fuck. Zu Eu-Pleospora mit hyalinen Sporen gehört Pl. pachyascus Auersw. auf Blättern von Eryngium campestre und Pl. Peltigerae Fuck. auf dem lebenden Thallus von Peltigera canina.

Zu den behaarten Pleosporeen gehören Pl. setigera Niessl. auf dürren Stengeln von Silene, Centaurea, Galium, Salvia u. a. Kräutern. — Pl. calvescens Tul. auf Chenopodium, Atriplex u. A. — Nach Tulasne wäre Dendryphium comosum Wallr. wahrscheinlich als hierher gehörige Conidienform zu betrachten. — Pl. pellita Rabh. auf faulenden Stengeln von Papaver; als Conidienform dürfte nach Winter das Brachycladium penicillatum Cda. aufzufassen sein. — Auf dürren Stengeln von Umbelliferen kommt Pl. phaeocomoides Niessl. vor. — Pl. petiolorum Fuck. wird auf faulenden Blattstielen von Robinia Pseud-Acacia in Gemeinschaft mit der wahrscheinlich hierher gehörenden Phoma petiolorum Desm. gefunden. Während die bisher genannten Pyrenophora-Arten Kapseln von häutig-lederartiger Consistenz besitzen, haben die nun folgenden Arten Perithecien von derber, sclerotienartiger Beschaffenheit, wie z. B. Pl trichostoma (Fr.) Wtr. auf faulenden Gräsern, namentlich Getreide-Arten. Am meisten zum Ausdruck kommt dieser Bau bei Pl. phaeocomes (Reb.) Wtr. auf dürren Blättern von Holcus lanatus. — Noch nicht genügend bekannt ist Pl. Cepae (Preuss) Wtr. auf Allium Cepa.

Anhangsweise seien noch einige ebenfalls auf todten Pflanzentheilen vorkommende Arten angeführt, die Saccardo beschreibt. Bei Pl. media Niessl. auf Stengeln von Galium, Echium, Scabiosa, Centaurea, Dianthus u. a. Kräutern erwähnt Saccardo eine var. Limonum Penz. auf welken Blättern von Citrus Limonum.[1])

Als

**Schwärze der Orangenfrüchte** (La nebbia degli Esperidii)

bezeichnet Cattaneo[2]) eine Krankheit, die sich durch kleine verfärbte Stellen kenntlich macht; dieselben breiten sich immer mehr aus, bedecken sich mit einem schwarzen Pulver und veranlassen allmählich das Schrumpfen und Hartwerden der Früchte. Das schwarze Pulver ist die als Sporidesmium piriforme Cda. bestimmte Conidienform, zu der als Perithecienfrucht eine Pleospora Hesperidearum Catt. angegeben wird.

Auf den Rindenstücken in der unmittelbaren Nähe der Gummimassen, die bei dem Gummifluß austreten, ist neben einer als Coryneum gummiparum eingeführten Conidienform eine von Pycniden begleitete Pleospora aufgefunden und von Oudemans als Pleospora gummipara Oud. beschrieben worden.[3]) — Pl. mucosa Speg. auf fauler Rinde von Cucurbita Melopepo in Gemeinschaft mit Phoma mucosa Speg.; als Conidienform wird ein Sporidesmium angegeben. — Pl. Vitis Catt. auf den Reben von Vitis vinifera, die vom Mal nero leiden. — Pl. loculata Sacc. auf Blättern von Viscum album in Gemeinschaft mit Septoria als Spermogonienform und Diplodia, sowie Hendersonia als wahrscheinlichen Pycnidenformen.

Wir würden die auf todten Pflanzentheilen vorkommenden, vorstehenden Pilze nicht erwähnt haben, wenn wir nicht vermutheten, daß spätere Forschungen manche parasitische

---

[1]) s. Penzig: Funghi Agrumicoli, Michelia 1. Dez. 1882 p. 385 — Seconda Contribuzione allo studio dei funghi agrumicoli. Venezia 1884.

[2]) Cattaneo: La nebbia degli Esperidii, cit. Bot. Centralbl. 1880, S. 399.

[3]) Hedwigia 1883, Nr. 11.

Conidienform dazu entdecken würden. Zu solchen parasitären Formen, die hierher zu ziehen sein möchten, dürfte in erster Linie zu rechnen sein Cladosporium herbarum Lk. Der Pilz veranlaßt

## Die Schwärze des Getreides.

Daß Grasblätter von diesem Pilze schwarze Ueberzüge bekommen, ist eine sehr bekannte Thatsache; allein man hat den Pilz für einen reinen Saprophyten gehalten. Dies ist jedoch nach Frank's[1]) Beobachtungen nicht immer der Fall. Derselbe sah schon Mitte Juni kurz nach der Blüthezeit die Blätter fast aller Roggenpflanzen eines niedrig gelegenen Feldes gelb werden. Die Verfärbung hatte von unten begonnen und die höchsten Blätter bereits ergriffen. Das auf den gelben Flecken der Blätter angesiedelte Cladosporium trieb seine braunen Mycelfäden auf der Epidermis des Blattes entlang und entwickelte Conidienträger. Ein Theil der Fäden war in das Blattinnere eingedrungen und hatte aus dem Innern heraus Aeste entwickelt, die bald die Epidermis durchbrachen, bald aus den Spaltöffnungen kamen und Conidien entwickelten. Außerhalb der kranken Stellen war die Epidermis rein. Die erkrankten Blattstellen hatten ihr Chlorophyll verloren und wurden bald hellbraun und trocken. Einen ähnlichen Fall hatte Caspary an Gerstenblättern beobachtet und den Pilz, der nach Frank eine kräftige Cladosporiumform darstellt, als Helminthosporium gramineum Rabh. bezeichnet. Auf die Schwärze bei Roggen kommen wir später noch einmal zurück.

Von einigen Schriftstellern in den Formenkreis[2]) der Pleospora herbarum, von andern zu Pl. Napi Fuck. (Leptosphaeria Napi Sacc.) gezogen wird eine parasitäre Conidienform, die als Sporidesmium exitiosum Kühn (Polydesmus exitiosus Mont.) bekannt geworden und der älteren Gattung Alternaria sehr ähnlich ist. Diese Knospenform ist die Ursache der

## Schwärze des Rapses (Rapsverderber).

Die ersten Stadien zeigen sich als punktförmige oder strichartige, schwarze Häufchen, die schnell an Größe zunehmen. Am meisten in die Augen springend sind diese Häufchen auf der, dem Lichte zugewendeten Seite der Rapsschoten an Lagerpflanzen. Bei Beginn der Krankheit ist das die schwarzen Flecke umgebende Gewebe der Schote noch frisch grün, später jedoch wird dasselbe mißfarbig und schrumpft zusammen, was zur Folge hat, daß die Schoten schon bei dem leisesten Drucke ihre Samen ausstreuen. Die dunklen Häufchen zeigen bereits die Conidienträger, welche das Mycel sehr bald, nachdem es einige Zeit im Inneren des Pflanzentheiles vegetirt hat, entwickelt. Diese vielkammerigen Conidien wechseln in ihrer Gestalt. Die häufigste Form ist die mit eiförmiger Basis und lang ausgezogener, bisweilen schnabelförmiger Spitze; sie entstehen entweder einzeln auf kürzeren, mit Scheidewänden versehenen Stielchen oder aber in langen, bis zehngliederigen Ketten übereinander, wobei der Schnabel der einzelnen Conidien kürzer wird.

Diese Knospen keimen ungemein schnell (oft schon nach einstündigem Liegen in Wasser) mit wasserhellen Keimschläuchen, die sich im Sonnenscheine am kräftigsten entwickeln und selbst ein kurzes Eintrocknen vertragen.

Die Keimfäden dringen durch die Spaltöffnungen des Pflanzentheiles ein und sind bald auch im Inneren der Zellen nachzuweisen; hier verursachen sie zunächst eine körnige Trübung des Inhalts, der später, wie die Zellwände braun wird; diese braune Färbung erstreckt sich auch auf die Zellwände der benachbarten Zellen. An dem Mycel im Inneren

---

[1]) Krankheiten der Pflanzen 1880, S. 581.

[2]) Comes: Le Crittogame parassite, Napoli 1882, S. 434.

lassen sich keine Scheidewände erkennen; dagegen bilden sich später Hyphen mit deutlicher Gliederung aus und vereinigen sich zu einem dichten Stroma, das nun als Aeste die angeschwollenen Basidien aussendet, welche die Oberhaut des Pflanzentheiles durchbrechen und, während sie sich deutlich gliedern, an ihrer Spitze die Conidien bilden. Bewahrt man dieselben trocken auf, so bleiben sie den ganzen Winter über keimfähig. Auch im Freien findet man den lebenden Pilz während des Winters unter der Schneedecke an den Blättern von Raps, Rübsen und Hederich. Wenn man Blätter dieser Pflanzen mit kleinen, braunen, runden Flecken besetzt antrifft, kann man mit ziemlicher Sicherheit darauf rechnen, auch die Pleospora zu finden, da Kühn durch Aussaat der Conidien direkt solche Flecke erzeugt und somit den Nachweis geführt hat, daß der Pilz, welcher früher als Ursache der Flecke unter dem Namen Depazea Brassicae beschrieben worden, identisch mit der Pleospora Napi ist. Die reifen Früchte des Pilzes bilden sich nach Fuckel erst im Frühjahre an den dürren Stoppeln von Raps und Rübsen.

Auch hier bei dieser Krankheit ist es nicht möglich, den Pilz selbst anzugreifen. Abgesehen davon, daß das Mycel durch pilztödtende Mittel im Inneren des befallenen Pflanzentheiles nicht erreicht wird, ist auch die Uebertragung eines so leicht sich vermehrenden Pilzes von wilden Pflanzen nicht zu vermeiden, unter denen, außer den obenerwähnten, noch Diplotaxis tenuifolia DC. in Betracht zu ziehen ist.

Wir sind also bei dem Ankämpfen gegen die Krankheit nur darauf angewiesen, durch Drillkultur und passenden Boden möglichst kräftige, gleichmäßig sich entwickelnde Pflanzen zu erziehen und dieselben nöthigenfalls noch nicht ganz ausgereift zu ernten, wenn wir sehen, daß der Pilz seine Verwüstungen beginnt. Nach Kühn[1]) soll weder die Keimkraft noch der Oelgehalt des Samens leiden, wenn man die noch nicht ganz reifen Pflanzen in Haufen setzt und nachreifen läßt. Die Haufen müssen so gesetzt sein, daß die Fruchtstände nach innen zu stehen kommen und von oben, sowie von den Seiten durch das Stroh gedeckt sind. Doch muß durch lockeres Setzen dafür gesorgt sein, daß die Luft frei durch den Haufen streichen kann, und nur Sonne und Regen abgehalten werden.

### Die Schwärze der Mohrrüben

wird durch eine Abart des vorigen Pilzes, durch Sporidesmium exitiosum var. Dauci Kühn[2]) hervorgebracht. Es zeigen sich zuerst die äußeren, später auch die inneren Blätter schwarzfleckig. Bisweilen tritt damit in Verbindung eine Erkrankung des Wurzelkörpers ein, der ebenfalls von der Schwärze überzogen wird. Dies kann so weit gehn, daß die ganze Wurzel sich mit einer braunvioletten genarbten Kruste bedeckt. Die ersten Spuren zeigen sich in Form dunkler, erhabener Punkte, die sich allmählich immer mehr ausbreiten und endlich sogar den Kopf der Mohrrübe erreichen. Die in der Jugend ungefärbten Mycelfäden des Pilzes dringen in das Gewebe ein und verursachen zunächst eine etwas derbere Beschaffenheit des Gewebes, das aber bald darauf in den naßfaulen Zustand übergeht. Pflanzen auf nassen Feldern scheinen am meisten der Krankheit ausgesetzt zu sein und daher dürfte sich Drainage als das beste Vorbeugungsmittel empfehlen.

Eine andere Form, Spor. exit. var. Solani ist von Schenk auf braunen Flecken der Blätter von Kartoffeln gefunden worden, die fast alle Merkmale der

### Kartoffelkräuselkrankheit

zeigten. Hallier[3]), der die echte Kräuselkrankheit für eine Pilzkrankheit erklärt, giebt als Ursache derselben die Pleospora polytricha Tul. an, deren borstige Perithecien auf

[1]) a. a. O. S. 168.

[2]) Centralbl. für Agrikulturchemie. 1875. II. S. 280—83.

[3]) Die Kräuselkrankheit der Kartoffeln. Deutsche landw. Presse 1876, Nr. 13/14.

den abgestorbenen Stengeln, Stolonen und Knollen auftreten. Die Krankheit soll zweijährigen Verlauf haben. Im ersten Jahre greift der Pilz die unterirdischen Theile, namentlich die Triebe an ihrem Anheftungspunkte an und sein Mycel wächst in den großen Tüpfelgefäßen des Stengels in die Höhe; dabei kräuseln sich die Blätter vom Rande her, werden bleich und welk und schwarzfleckig. Blattstiele und Stengel werden sehr brüchig und sterben endlich ab. Da der Pilz auch die Stolonen zerstört, so sind die Knollen schwach und an ihrem Anheftungspunkte mit Mycel durchzogen. Bei der Aussaat im nächsten Jahre geht das Mycel im Gefäßbündelringe der Knolle weiter. In Folge dessen keimen die Knollen gar nicht oder nur mit einzelnen Augen. Solche Triebe können dann mastig fett sein; sie krümmen sich aber und ihre Blätter kommen nicht zur vollkommenen Ausbildung, obgleich sie sehr straff und grün sind. Alle Theile brechen in diesem Zustande wie Glas. Mycel ist nicht in den oberirdischen Theilen vorhanden (Stadium der echten Kräuselkrankheit nach Hallier). Als Mittel gegen diese Pilzkrankheit empfiehlt sich die Vermeidung aller mißfarbigen Knollen bei der Aussaat; namentlich verwerfe man als verdächtig solche Knollen, an denen der Stolo strohig aufgefasert, leicht zerreißbar und schwärzlich gefleckt erscheint. (s. Theil I. S. 285.)

## Die Herzfäule der Runkelrüben.

Als Ursache obiger Krankheit wird ein Sporidesmium putrefaciens Fuck. angegeben. Nach Kühn zeigen sich die ersten Anzeichen der Krankheit etwa im September in einem Schwarzwerden einzelner Herzblättchen. Schließlich können die sämmtlichen jungen Blättchen geschrumpft, schwarzgrau verfärbt und zerreiblich-trocken werden. Der Rübenkopf macht dann nicht selten aus den Seitenknospen secundäre Blattrosetten, die gesund bleiben und das Wachsthum des Rübenkörpers unterstützen. Immerhin ist derselbe aber durch den ersten Stillstand und die Hergabe des Materials für die Anlage der secundären Belaubung unbedingt geschwächt. B. Frank sah das septirte Mycel in der Blattepidermis zu einem zusammenhängenden Lager sich vereinigen und die dunkelbraunen Conidienträger in kleinen Büscheln hervortreten. Diese Träger stellen sich als kurze, dicke, etwas gekrümmte Stiele dar, die an der Spitze eine verkehrt eiförmige bis flaschenförmige dunkelbraune, durch mehrere Quer- und Längswände gefächerte, oben in eine hellere Spitze auslaufende Conidie abschnüren. Später erscheinen schlankere Conidienträger in demselben Büschel, welche ellipsoidische 1—2 zellige, ganz mit Cladosporium übereinstimmende Knospen tragen. Wahrscheinlich können mehrere Arten unter verschiedenen Wachsthumsverhältnissen solche Abweichungen in den Knospenformen zeigen, die mit Cladosporium übereinstimmen, so daß aus dieser Conidienform allein nicht mit Sicherheit auf eine bestimmte Spezies geschlossen werden darf. Man hat auch vielfach das Erkranken des Rübenkörpers selbst bei der Herzfäule beobachten können; es zeigten sich dann kleine runde, etwas erhabene Stellen von etwas dunklerer Färbung und schwammigerer Beschaffenheit als bei dem normalen Fleisch zu beobachten war. Später sanken die gebräunten Gewebestellen ein und die mit ihnen eingeleitete Zersetzung schritt nun nach dem Innern des Rübenkörpers fort, der sich von schwarzbraunen Streifen durchzogen zeigte und schließlich ganz der Fäulniß erlag. Da man solche faulige Rüben auch mit gesunden Blättern findet, so ist es fraglich, ob diese Rübenfäule mit der Blattkrankheit zusammenhängt.

Aus dem Umstande, daß die nach dem Absterben der Herzblätter hervorkommenden secundären Blattrosetten nicht mehr erkranken, läßt sich schließen, daß das Befallen durch das Sporidesmium in einer kurzwährenden Infectionsperiode erfolgt. Man wird sich also vielleicht dann am besten dadurch helfen können, daß man da, wo herzfaule Rüben dicht zwischen gesunden stehen, die Ersteren bald heraussticht und nach Möglichkeit verwendet, um den gesunden Exemplaren einen um so größeren Entwicklungsraum zu gewähren.

Leptosphaeria.

Was wir betreffs des Parasitismus von Pleospora gesagt haben, gilt auch für die Gattung Leptosphaeria, die sich von der Vorgenannten dadurch unterscheidet, daß die Schlauchsporen niemals Längswände enthalten. Die keuligen Schläuche enthalten 4—8 spindelförmige, durchschnittlich gelbbraune Sporen. Auch hier, wie bei der vorhergehenden und manchen folgenden Gattungen erscheint mir der Parasitismus ein bedingter, d. h. von ungünstigen Verhältnissen der Nährpflanze abhängiger zu sein. Leptosphaeria helvetica Sacc. kommt auf Selaginella helvetica vor; hierzu soll Phyllosticta helvetica als Spermogonienform gehören. — L. Michotii Sacc. auf dürren Halmen von Juncus, Scirpus und Andropogon. — L. culmorum Auersw. ist gemein auf dürren Grashalmen und Luzula. — L. parvula Niessl auf welkenden Blättern von Iris Pseud-Acorus. — L. luctuosa Niessl auf faulenden Halmen von Zea Mays. — L. culmifraga Ces. et de Not. mit Gymnosporium rhizophilum als wahrscheinlicher Conidienform kommt auf verschiedenen dürren Gramineen vor. — L. Doliolum Ces. auf vielen trocknen dicotylen Stengeln, namentlich auf Urtica und Angelica. — L. dumetorum Niessl auf dürren Stengeln von Humulus, Artemisia, Helianthus, Lonicera u. A. — L. Libanotis Niessl auf Daucus und andern Umbelliferen. — L. Medicaginis Sacc. auf Medicage sativa. — L. Coniothyrium Sacc., zu der nach Fuckel die Septoria sarmenti Sacc. als Spermogonium und Coniothyrium Fuckelii Sacc. als Pycnidenform gehört, kommt auf Rubus und Rosa und auch auf Alnus, Salix u. a. Sträuchern vor. Auf erstgenannten Rosaceen findet man auch L. fuscella Wtr. und sepincola Wtr. — L. rimalis Niessl und L. haematites Niessl auf dürren Stengeln von Clematis Vitalba. — L. maculans Ces. an Cruciferen, besonders an Alliaria. — L. ogiloiensis Ces. und dolioloides Auersw. besonders bei Arten der Compositae. — L. Baggei Sacc. auf dürren Aesten von Salix. — L. appendiculata Pirotta (L. Vitis Schulz.) auf Vitis vinifera. — L. Napi Sacc. (Pleospora Napi Fuck.) auf dürren Stengeln von Brassica Napus und Rapa. — L. subtecta Wtr. auf abgetrockneten Blättern von Erica carnea. — L. impressa Sacc. auf trocknen Schoten von Cheiranthus annuus. — Außerdem mögen noch einige Arten, deren Nährpflanzen sich aus dem Speziesnamen ergeben, hier erwähnt werden: L. Asplenii Sacc., Secalis Hbrlt., Rudbeckiae Sacc., Vincae (Fr.) Wtr., Empetri (Fuck.) Wtr., Hederae (Sow.) Wtr., helicicola Niessl, primulicola Sacc., Millefolii Niessl, Phyteumatis Wtr., Artemisiae Auersw., Senecionis (Fuck.) Wtr., Galiorum Niessl, Euphorbiae Niessl, Graminis Sacc., Rusci Sacc., scirpina Wtr., Typharum Karst. —

Didymosphaeria. Fckl.

D. Genistae Fuck. auf noch lebenden Aestchen von Genista pilosa. — D. epidermidis Fuck. auf lebenden Aesten von Berberis und Corylus. — D. albescens Niessl. auf lebendigen Aesten von Lonicera Xylosteum.

Venturia. Wtr.

V. Geranii Wtr., (Stigmatea Geranii Fr.) auf lebenden Blättern von Geranium pusillum, molle u. A. — V. Rumicis Wtr. (Sphaerella Rumicis Cooke) auf welkenden Blättern verschiedener Rumex-Arten. — V. maculaeformis Wtr. (Stigmatea mac. Niessl.) auf lebenden Blättern von Epilobium. — V. chlorospora Wtr. (Sphaerella inaequalis Cooke) auf dürren Blättern von Salix, Ulmus, Fraxinus, Sorbus, Pirus u. A.

Dilophospora. (Str.) Fckl.

Wir möchten hier einer Krankheitserscheinung gedenken, die durch Dilophospora graminis Fuck. hervorgerufen wird. Wir können die Krankheit als

## Federbuschspore der Gräser

bezeichnen. Der Schmarotzer ist bis jetzt bei uns nur auf Wiesengräsern beobachtet, in Frankreich dagegen auf Roggen und in England in großer Ausdehnung auf Weizen gefunden worden, und es dürfte daher nicht zu verwundern sein, wenn auch unsere Getreidepflanzen plötzlich einmal daran erkrankten. Die ersten Nachrichten über diese eigenthümliche Sphäriacee stammen von Fries[1]) aus dem Jahre 1829. Er beschreibt sie als Sphaeria Alopecuri. die im westlichen Frankreich auf den Halmen von Alopecurus agrestis schmarotzt. Eine eingehendere Behandlung erfährt der Parasit im Jahre 1840 durch Desmazieres (Annales de sc. 2. ser. XIV.). Im Jahre 1861 beschrieb ihn Fuckel[2]) unter dem Namen Dilophospora Holci, da er ihn auf den Blattscheiden vom Honiggrase (Holcus lanatus) beobachtet hatte. Zwei Jahre später lenkte Schlechtendal[3]) die Aufmerksamkeit abermals auf diesen Pilz durch Erwähnung der Untersuchungen Berkeley's in der Agricultural-Gazette. Berkeley beobachtete nämlich im Oktober 1862 den Pilz auf Aehren eines Weizenfeldes bei Southampton, welches derart geschädigt war, daß $^1/_4$ der gesammten Aehren vollständig körnerlos und die besten nur mit 2—3 leidlich entwickelten Körnern versehen waren. In der Regel waren nur wenige Spelzen vollkommen ausgebildet, wenn man von den Spitzen absieht, die auch hier wie abgekneipt und versengt aussahen; meist waren die Spindel und bisweilen auch die Spelzen in eine weiße, fleischige Masse verwandelt, in welcher schwarze, glänzende, hier und da weißumrandete Punkte saßen. Diese stellten eine Fruchtform des bald näher zu betrachtenden Pilzes dar, welchen Karsten[4]) zu Ende der sechziger Jahre am Schafschwingel (Festuca ovina) beschrieb.

Den bisherigen Beobachtern war es aber nicht gelungen, den ganzen Entwicklungscyclus des Pilzes festzustellen; derselbe wurde erst durch Fuckel im Jahre 1870/71[5]) bekannt.

Auf den bisher erwähnten wilden Gräsern, denen sich noch Alopecurus pratensis und Agrostis als Mutterpflanzen anschließen, bemerkt man auf den Blattscheiden, die nicht selten noch den Blüthenstand einschließen, erst gelbliche, dann schwarze, gelblich umrandete Flecke. Ist der Blüthenstand entwickelt, finden sich solche Flecke auf dem Stengel und bisweilen auch auf den Spelzen. An den Flecken erscheinen im Innern des zwischen den Gefäßbündeln liegenden Parenchyms die Mycelfäden des Schmarotzers, von denen sich die dreifächeri-

---

[1]) Elenchus fungorum. Vol. II. S. 90 (durch Druckfehler).

[2]) Bot. Zeit. 1861, S. 250.

[3]) Bot. Zeit. 1863, S. 245.

[4]) Bot. Untersuchungen: Ueber Eigenthümlichkeiten einiger Sphärien-Stylosporen. S. 336.

[5]) Symbolae myc. S. 130 und 1. Nachtrag S. 12.

gen, kurz gestielten, ellipsoidisch-lanzettlichen Conidien erheben, welche an ihrer Spitze ein wenigstrahliges Büschel einfacher oder getheilter Fäden tragen und die frühere Pilzgattung Mastigosporium album Riess darstellen.

In einem späteren Entwicklungsstadium der Krankheit hat das Mycel fast gänzlich das Nährparenchym des, mittlerweile schwarz gewordenen, Pflanzentheiles verdrängt und eine dichte Masse gebildet, welche eine größere Anzahl dunkelgrauer bis schwarzer, mit einander nicht verschmolzener, kugeliger, kaum an der Spitze in einen kurzen Hals ausgezogener, weißumrandeter Kapseln umgiebt. Die Oeffnung der Kapseln befindet sich in der fast unveränderten Oberhaut des Pflanzentheiles.

Der Kapselinhalt stellt sich dar als grauweiße Substanz, die aus zarten cylindrischen, oft gekrümmten, an beiden abgestutzten Ecken mit einer Haarkrone versehenen Sporen besteht. Diese doppelte Haarkrone macht aus den Sporen sehr zierliche und charakteristische Gebilde; da dieselben nicht in Schläuchen innerhalb der schwarzzelligen weiten Kapseln sich befinden und ihre Keimung durch Karsten nachgewiesen worden, so sind sie als Stylosporen und die Kapseln somit als Pycniden aufzufassen.

Die Keimung der Stylosporen ist höchst eigenthümlich, wenn auch eben nicht charakteristisch für diese Gattung. Die cylindrischen Gebilde erscheinen nämlich in kurzer Zeit in der Mitte eingeschnürt und zu beiden Seiten der einschnürenden Wand zwiebelig angeschwollen, wodurch die ganze Spore in zwei kegelförmige, mit ihren breiten Basen verbundene Hälften getheilt wird. An dieser eingeschnürten Stelle brechen die Hälften auseinander und treiben hier einen Keimschlauch, während der aus feinen, meist einmal gabelig gespaltenen Haaren bestehende Federbusch allmählich verschwindet.

Obgleich die von Karsten bisher allein unternommenen Impfversuche auf gesunde Pflanzen kein günstiges Resultat ergeben haben, so ist doch kaum zu zweifeln, daß durch diese Stylosporen die Fortpflanzung der Krankheit stattfinden kann. Wahrscheinlich überwintert auch ein Theil dieser Knospengebilde in den Pycniden, während in anderen Fällen in denselben Fruchtkapseln, die vorher Stylosporen getragen haben, sich bis zum folgenden Frühlinge die eigentlichen, in einen Stiel verjüngten Fruchtschläuche mit je 8, dicht bei einander liegenden, spindelförmigen, etwas gekrümmten, an beiden Enden mit einem fadenartigen Anhängsel versehenen, schwach gelblichen, vielkammerigen Sporen ausbilden, mit deren Keimung eine neue Generation beginnt.

Die Bekämpfung der Krankheit wird sich namentlich gegen die Pycnidengeneration zu richten haben, da die Schlauchform auf den abgestorbenen Halmresten im Frühling schwerer zu entdecken ist. Abmähen und sorgfältiges Nachsammeln der erkrankten Pflanzen dürfte das einzige Mittel sein, das Erfolg verspricht, wenn es bei dem ersten Erscheinen der Krankheit angewendet wird.

**Trematosphaeria** (Rhizoctomia).

In eine andere Sphäriengruppe, nämlich zu den Amphisphaeriaceae, gehört die Gattung Trematosphaeria mit anfangs ganz eingesenkten, später frei hervortretenden, meist lederartigen oder holzigen, schwarzen Perithecien mit deutlich weiter Mündung. Die 8sporigen, zwischen Paraphysen stehenden Schläuche entlassen meist gefärbte, durch 2 und mehr Querwände gefächerte, ellipsoidische bis spindelförmige Sporen.

Fuckel hat in einem Falle mit dieser Fruchtform, die er **Byssothecium** genannt hat, eine Anzahl von Nebenformen verbunden, welche betreffs des Parasitismus die Hauptsache sind; namentlich gilt dies für eine charakteristisch gebaute Mycelbildung, die als **Rhizoctonia** (DC.) Tul. bekannt ist. Der Beweis für die Zusammengehörigkeit dieser Formen liegt aber vorläufig nur in deren gemeinsamen Vorkommen auf demselben Pflanzentheile. In Ermangelung anderer Untersuchungen müssen wir immerhin die durch die Rhizoctonia verursachten Krankheitserscheinungen hier anschließen.

Das Rhizoctoniamycel besteht aus langen, verzweigten, septirten, verschieden dicken Fäden, welche bald als dichte Schicht die unterirdischen Pflanzentheile überziehen und tödten oder in Form rundlicher oder mehr gestreckter, dicker, solider Mycelballen, Dauermycelien auftreten. Auf dem ausgebreiteten Mycel entstehen sehr häufig halbrunde, kleine, dichte, fleischige Pilzmassen, welche sich bald durch ihre Farbe von dem fädig bleibenden Myceltheil unterscheiden. Man hatte dieselben, ihrer großen Aehnlichkeit mit Sphäriaceen-Perithecien wegen, auch mit dem Namen Perithecium oder Peridiolum bezeichnet, obgleich man zur Zeit der Benennung noch keine Sporen aufgefunden hatte.

Dünne Schnitte haben nur zunächst erkennen lassen, daß diese Perithecien aus kurzen, linearischen Fadenenden bestehen, die, bogig aufsteigend, dicht an einander gelegt sind. Im äußeren Umfange sind diese Fäden dicker und dunkler, im Innern bleich und fast durchscheinend. Spätere Untersuchungen haben bei dem auf der Luzerne schmarotzenden Pilze wirklich nachgewiesen, daß diese dunklen Kapseln nicht nur Perithecien, sondern auch Pycniden darstellen.

Am verderblichsten ist bisher die Rhizoctonia den Kulturen des Safrans (Crocus sativus L.) geworden. Leidet dadurch auch immer nur eine auf bestimmte Oertlichkeiten beschränkte Kultur im Großen, die unseren Verhältnissen ferner liegt, so haben wir trotzdem allen Grund, die größte Aufmerksamkeit der Entwicklung und Verbreitung des Schmarotzers zuzuwenden, da nach den bis jetzt nur vorliegenden Untersuchungen der Gebrüder Tulasne[1]) es eben derselbe Pilz ist, welcher auch unsere angebaueten Futterpflanzen, wie die Luzerne (Medicago sativa) und (allerdings seltener) den Klee (Trif. prat.), sowie die

[1]) Tulasne: Fungi hypogaei S. 188.

Hauhechel (Ononis spinosa) befällt. Ebenso soll derselbe Parasit auf dem Spargel (Asparagus officinalis), der Färberröthe (Rubia tinctorum) und an den Wurzeln der Orangenbäume (Citrus Aurantium) sich einfinden.

## Der Wurzeltödter der Luzerne.[1])

Aus der Entfernung macht sich die Krankheit kenntlich durch kreisförmige Fehlstellen auf den Feldern. Zu Ende Juni oder Anfang Juli bemerkt man den Beginn der Krankheit, indem ein Theil der Pflanzen gelb wird und welkt; die Blätter vertrocknen auf den sich krankhaft verfärbenden Stengeln.

Die Wurzeln sind dann von einem dichten, violetten Gewebe, dem als Rhizoctonia Medicaginis DC. (Rhiz. violacea Tul.) beschriebenen Mycel umhüllt, das sich besonders da stark entwickelt, wo die Wurzelrinde recht fleischig ist. Die feinen Faserwurzeln werden erst nachträglich von dem Pilze heimgesucht und wachsen noch einige Zeit hindurch weiter; daher zeigt sich das Welken der Pflanzen allmählich. An den dicken, fleischigen Rindenpartien, innerhalb welcher das Mycel in farblosen, dünnen Fäden kenntlich ist, entwickeln sich auf dem Mycel kegelförmige, dunkle, hirsekornähnliche Warzen, die fast unmittelbar auf dem Wurzelparenchym aufsitzen. Der Durchschnitt der Wärzchen läßt eine dichte, schwarze Rinde und eine centrale Höhlung erkennen, in welche hinein sich weiche, braune Fäden verlängern, die von der Rindensubstanz entspringen. Die bei zunehmendem Alter fast schwarz erscheinenden Wärzchen werden zu Fruchtkapseln.

Fuckel glaubt[2]) nun beobachtet zu haben, daß eine Conidienform, die als Lanosa nivalis Fr. beschrieben, zu dem Mycel gehört. Diese Conidienform zeigt sich wie feines Spinnengewebe unter dem Schnee auf der Erde und an Pflanzen auf Kleeäckern, namentlich an denjenigen Stellen, wo später die Rhizoctoniaform auftritt. Die vorerwähnten, halb eingesenkten, glänzend schwarzen, runzeligen Kapseln stellen zunächst Pycniden dar. Dieselben zeigen sich im Juli ziemlich sparsam; sie öffnen sich mit keiner regelmäßigen Mündung, sondern durch unregelmäßiges Zerreißen am Scheitel und enthalten einen violetten Schleim, welcher aus ebenso gefärbten, länglichen, vierfächerigen Sporen besteht. Die zwei mittleren Fächer der Spore sind größer und dunkler gefärbt, als die beiden Endfächer. Die Sporen liegen frei, werden aber an der Spitze langer Stiele gebildet, welche bei der Reife verschleimen. Das ausgebildete Perithecium wird durch die frühere Gattung Amphisphaeria zerbina dNtrs. repräsentirt. Die Ascosporen sind länglich eirund, sehr wenig gekrümmt,

[1]) Trematosphaeria circinans Wtr. Byssothecium circ. Fuck., Leptosphaeria circ. Sacc. Die Pycnidenform ist Hendersonia circ. Sacc.; das Mycel: Rhizoctonia violacea Tul., Rhiz. Medicaginis DC.

[2]) Bot. Zeit. 1861, S. 250 und Symbolae myc. 1870, S. 142.

durch drei Scheidewände in zwei mittlere, größere und zwei durchscheinende, kleinere Endfächer getheilt, 0,0032 mm lang und 0,0012 mm dick. Diese Perithecien mit ihren Schlauchsporen finden sich nur an ganz faulen Wurzelstöcken der Luzerne im Herbste ein. Die Zersetzung des Wurzelkörpers ist, nachdem die oberirdischen Pflanzentheile einmal abgestorben, eine schnell fortschreitende. Die erweichte Rinde löst sich vom Holzkörper, der mit schwarzen und rosenrothen Flecken besetzt erscheint und alsbald tritt gänzliche Fäulniß ein. Der Vorgang findet um so schneller statt, je feuchter der Boden ist; jedoch ist trockener Boden keineswegs verschont.[1])

Das Ankämpfen gegen die Krankheit wird sich hauptsächlich gegen das Fortschreiten der Rhizoctoniaform zu richten haben. Mittel, welche den Pilz zerstören, ohne den auf dem Acker kultivirten Pflanzen zu schaden, sind kaum zu erwarten; vielleicht aber wird es sich empfehlen, tiefe, stets rein gehaltene Gräben um die verwüsteten ringförmigen Stellen auf dem Acker zu ziehen und auf diese Weise der Rhizoctonia das Weitergreifen abzuschneiden.

Die Erkrankung der Luzerne durch den Wurzeltödter wurde zuerst in Frankreich beobachtet; jetzt ist sie bereits mehrfach in Deutschland, z. B. von de Bary in der Nähe von Freiburg i. Br., von Kühn in der Nähe von Halle aufgefunden worden. Beide Beobachter haben aber auch gleichzeitig den Kreis der Nährpflanzen erweitert, welche der Pilz als Unterlage sucht. Außer Foeniculum, Daucus und anderen Umbelliferen, außer Zucker- und Futterrüben (Beta), greift die Rhizoctonia auch Solanum tub. an und zwar werden die Knollen dadurch fast bis zur jauchigen Zersetzung gebracht, die Stengelbasen angegriffen und die Erde in der Umgebung von den Fäden durchzogen. Dadurch wird der Kartoffelbau empfindlicher geschädigt, als durch die später zu erwähnende Rhizoctonia Solani Kühn. — Trematosphaeria heterospora Wtr. (Byssothec. het. Niessl, Sphaeria het. de Not., Leptosph. het. Sacc.), wird auf lebenden Rhizomen verschiedener Arten von Iris gefunden.

## Der Safrantod.[2])

Gegen Ende des Frühjahres und im Laufe des Sommers, also in der Ruhezeit der Crocuszwiebel erscheint der Pilz. Sehr kleine Haufen weißer Fäden treten zunächst auf der Innenseite der Zwiebelschalen grade da auf, wo die vertrocknete Hülle dem frischen Zwiebelkörper aufliegt, und zwar zunächst genau gegenüber den Stellen, wo die Spaltöffnungen an der Zwiebelknolle sich befinden.

---

[1]) Tulasne a. a. O. S. 195.

[2]) Rhizoctonia violacea Tul., Tuber parasiticum Bull., Sclerotium Crocorum Pers., Tuber Croci Dubois, Rhizoctonia Crocorum DC., Tanatophytum Crocorum Nees, Sclerotii spec. Pers., Tuberis spec. Bull., Mort du Safran Duh.

Bald darauf gehen von diesen flockigen Häufchen reichliche Fäden strahlig nach allen Seiten aus und bilden allmählich einen dünnen Ueberzug über die ganze Innenseite der Zwiebelschale. An Stelle der Häufchen selbst entstehen dagegen dichte, fleischige, kegelförmige Wärzchen, welche, wie der ganze filzige Ueberzug der Zwiebelschale, eine tief violette Färbung annehmen. Diese Wärzchen, welche den Sphärienperithecien ähnlich, wachsen nun mit ihrer Spitze in den gegenüberliegenden, frischen Zwiebelkörper insofern hinein, als sie sich gleichsam in die trichterförmige Oeffnung, in deren Grunde die Spaltöffnung liegt, hineindrücken, so daß dadurch die Funktion der Spaltöffnung gänzlich aufgehoben werden dürfte. Der Bau dieser Wärzchen, die als Perithecien angesprochen werden mögen, ist äußerst schwierig zu erkennen. Ein Durchschnitt in ganz jugendlichem Zustande, wenn also die Zwiebel selbst noch gesund ist, zeigt ein dichtes, feuchtes, schwach fadenartiges Gewebe; die einzelnen Fäden convergiren nach der Spitze hin. An der Peripherie bilden sie eine dunklere Rindenschicht.

Das außerordentlich schnell wachsende Mycel durchbricht alsbald die lockere, faserige Schuppe und schreitet nach außen hin immer weiter fort, bis endlich die älteren, äußeren Schuppen gänzlich eingesponnen und verklebt, eine zusammenhängende Hülle bilden, an deren Oberfläche üppig das violette Mycel weiter vegetirt, während es zwischen den Schuppen selbst abstirbt. Die Fäden, welche auf der Oberfläche erscheinen, haben einen mittleren Durchmesser von 0,0065 mm; sie umkleiden entweder die ganze Crocuszwiebel als gleichmäßige dicke Hülle, oder bilden auch größere, längliche oder abgerundete, knollenartige Anhäufungen, während gleichzeitig reichliche Fadenstränge von der Zwiebelknolle aus in den Boden gehen und, die Bodenpartikelchen mit einander auf ihrem Wege verklebend, bis an benachbarte, noch gesunde Zwiebeln herantreten, um denselben den Tod zu bringen. In diesem Falle findet die Infektion durch den Pilz von außen nach innen statt. Prillieux fand, daß der Pilz durch die Spaltöffnungen in das Gewebe der gesunden Schuppe eindringt.[1]) Ueberall sind die Fäden zuerst weißlich, dann rostfarbig und endlich violett; die Zellen, die sie zusammensetzen, werden kürzer, dicker und unregelmäßiger, sobald sie zur Bildung der dichten Mycelknollen, der Dauermycelien, zusammentreten.

Die Consistenz dieser dichten, knollenartigen Fadenanhäufungen ist filzartig; ihre Färbung in der Mitte dunkler, als am Rande; wenn sie sich bilden (und sie bilden sich nicht blos auf den Zwiebeln, sondern auch auf den im Erdboden befindlichen Fadensträngen), entstehen an ihrer Oberfläche wässerige Tropfen von schmutzig weißer Farbe.

---

[1]) Prillieux: Sur la maladie des Safrans. nommé la Mort. Compt. rend. XCIV, XCV, cit. Bot. Zeit. 1883, S. 178.

Die Zerstörung der Crocuszwiebel in Folge der Pilzvegetation schreitet ziemlich rasch fort. An den Stellen, an denen die oben beschriebenen, weichen Warzen von der innersten Schale aus sich in die Vertiefungen des knolligen Zwiebelkörpers, in denen die Spaltöffnungen saßen, hineinpreßten, sieht man das Parenchym der Zwiebel sich gelblich färben; die einzelnen Zellen lösen sich allmählich aus ihrem Verbande und bilden endlich eine weißliche, fast homogene, breiartige Masse, die von der Peripherie nach dem Centrum der Knollenzwiebel fortschreitet und zwar um so schneller fortschreitet, je feuchter die Witterung ist. Schließlich bleiben von der ganzen Knollenzwiebel nur noch eine Art von gelblichem Kern, der aus den Gefäßbündelelementen besteht, und die faserigen, von der Rhizoctonia durchsponnenen Zwiebelhäute übrig.

Ueber die Art und Weise, wie der Pilz auf die Nährpflanze einwirkt, fehlen noch genügende Aufklärungen. Man sieht nicht die einzelnen Zellen von Pilzfäden angebohrt; außerdem erscheint zunächst das reiche Mycel auf der fast inhaltsleeren äußeren Schuppe. Es liegt somit die Vermuthung nahe, daß das Mycel der Rhizoctonia ähnlich durch ein Ferment auf größere Entfernung hin wirkt, wie wir dies von dem Hausschwamm und andern Pilzen annehmen können. Nur in Betreff der perithecienähnlichen Warzen findet nach Tulasne insofern eine Ausnahme statt, als dieselben einige Fäden in das schon alterirte Gewebe hineinsenden. Der Gipfel der Warzen wird durchbohrt und läßt die feinen, etwa 1—2 mm langen Fäden hervortreten. Diese Fäden sind weiß, sehr dünn, aufrecht, stumpf, septirt und wenig verästelt; sie bilden kleine Büschel, die, bei ihrem Herausziehen aus dem Körper der Knollenzwiebel kleine Parthien einer gelblichen Masse angeklebt zeigen.

Nur ein sorgfältiges und scharfes Ausschneiden der kranken Stellen wird, wenn die Zwiebelknolle in den ersten Stadien der Krankheit ist, möglicherweise helfen. Ist der Pilz aber einmal im Acker, wo er kreisförmige Fehlstellen verursacht, dann ist es unter allen Umständen das Gerathenste, den Crocusanbau zunächst aufzugeben. Jedenfalls wird man mehrere Jahre darauf verzichten müssen, selbst wenn sich die Behauptung Du Hamel's nicht bestätigen sollte, daß das Feld für die Safrankultur auch nach 20 Jahren noch nicht benutzt werden dürfte.[1])

[1]) Bisweilen in Verbindung mit der Rhizoctonia tritt eine Krankheit bei den Crocuszwiebeln auf, welche als „Tacon“ von den französischen Beobachtern bezeichnet worden ist, also etwa „Brandfleckenkrankheit“ oder „Grind“ im Deutschen genannt werden könnte. Braune Flecke entstehen zunächst hier und da auf dem Zwiebelkörper und ziehen sich allmählich über die ganze Oberfläche hin. Dadurch wird die Zwiebel in eine schwarze, erdige Masse verwandelt. Bei Uebertragung auf gesunde Zwiebeln erliegen diese ebenfalls. Die Krankheit hat von Montagne eine spezielle Bearbeitung erfahren (Mém. de la Société de Biologie t. I. 1849): dieselbe ist mir aber ebensowenig, wie die von Berkeley in dem Journal of the hort. Soc. of London 1850 zugänglich gewesen.

## Der Kartoffelgrind.

Wir haben die Krankheit, welche durch die Vegetation von Rhizoctonia Solani Kühn hervorgerufen wird, früher als Pocken bezeichnet, schlagen aber jetzt den Namen Grind vor. Wir verwenden nämlich die Bezeichnung „Pocke", wie z. B. bei den Birnen für Auftreibungen, die aus der Substanz der Nährpflanze gebildet wird. Grind aber ist eine vom Mycelkörper des Pilzes gebildete Masse.

Die erkrankten Knollen zeigen an einigen Stellen zuerst weißliche, später dunkelbraun werdende Pusteln von der Größe eines Stecknadelkopfes bis zu mehreren Millim. Ausdehnung. Die Pusteln stehen meist vereinzelt, bisweilen aber auch truppweise vereinigt und lassen sich leicht von der Kartoffelschale lostrennen. Ihrer Struktur nach sind es Dauermycelien, von denen aus in der Regel noch einzelne braune, langgliedrige Mycelfäden auf dem sonst freiliegenden Theile der Kartoffelschale sich hinziehen. Bei Brennerei- und Futterkartoffeln sind solche Grindstellen ohne alle Bedeutung und nur bei Speisekartoffeln könnte ihr sehr reichliches Auftreten den Verkaufswerth herabdrücken.

Ich möchte hier eine Beobachtung über eine auf grindkranken Knollen gefundenes Helminthosporium einfügen: Bei letzterer Form konnte ich bei Aussaatversuchen beobachten, daß die einzelnen Fächer der häufig vierkammerigen Sporen ihren Inhalt kugelig abrunden und zu einer Tochterzelle ausbilden, welche für sich einen Keimschlauch aussendet, wobei die Wand des ursprünglichen Faches durchbrochen wird. Manchmal beobachtet man bei der Ausbildung der Tochterzellen, daß die Querwände der Mutterzellen gelöst werden. Es erscheint dann die mehrkammerige Spore wie ein Sack ähnlich dem Ascus der Schlauchpilze, der freie Sporen enthält. Man kann aber doch nicht die Mutterzelle der vielkammerigen Sporen dem Schlauche der Ascomyceten gänzlich gleichstellen, weil im vorliegenden Falle ein Theil des Inhalts der Mutterzelle zur Verfügung bleibt, die dann aus ihrem spitzen Ende einen Keimschlauch treibt.

Es wurde empfohlen, die von der Rhizoctonia, namentlich von Rh. violacea befallenen Kartoffeln zu Compost zu verwenden und denselben auf Wiesen zu bringen. Dies dürfte aber schon darum nicht gerathen erscheinen, weil von Tulasne der Rothklee als Nährpflanze der Rhizoctonia beobachtet worden und daher die Möglichkeit einer weiteren Verschleppung der Krankheit zu nahe gelegt ist.

Schließlich mag auch erwähnt werden, daß noch drei andere Arten von Rhizoctonia sich aufgeführt finden; dieselben sind aber noch ganz unvollständig bekannt. So soll eine Rhiz. Allii Grev. die angebauten Schalotten (Allium ascalonicum) zerstören. Rhiz. Batatas Fr. kommt auf den Wurzeln von Ipomoea Batatas in Nordamerika vor. Rhiz. Mali DC. soll die Wurzeln junger Apfelbäume umspinnen.

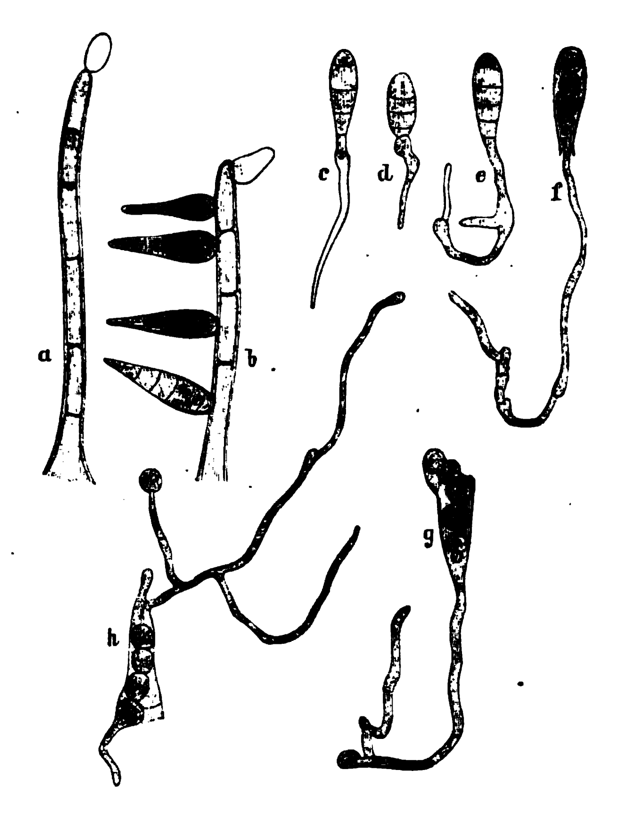



Fig. 17.

Im vorstehenden Holzschnitt des auf Kartoffeln wachsenden Helminthosporium zeigt Fig. a eine Basidie mit junger Conidie; in b stehen noch vier ausgebildete Knospen; c bis e sind gewöhnliche Keimstadien, in f, g und h finden sich statt der Fächer die kugeligen Tochterzellen.

## Der Rübentödter[1])

ist nach Kühn nur eine Form von Rhizoctonia violacea, die auf Mohrrüben, Runkeln, den Stolonen der Kartoffeln und den unterirdischen Organen anderer Pflanzen auftritt, wie dies bereits bei dem Wurzeltödter der Luzerne erwähnt worden ist. Bemerkenswerth ist das Vorkommen einer als Helminthosporium angesprochenen Knospenform; es sind etwa keulenförmige, violettbraune bis schwarze vielfächerige Knospen, wie sie ähnlich auch bei Rhizoctonia Solani Kühn gefunden werden.

---

[1]) Rhizoctonia violacea Danci Kühn. Helminthosporium rhizoctonon Rabh. (Rhiz. Medicaginis DC. Byssothec. circinans Fuck.)

Bei dem Rübentödter sind die Blätter häufig mitleidend. Die Krankheit zeigt sich besonders in feuchtem, undränirtem Lande bei den verschiedensten Fruchtfolgen und Rübenvarietäten, namentlich wenn frischer Mist in Frühjahrsdüngung gegeben worden. Künstliche Entwässerung und reiche Bodenlockerung dürften als Palliativ- und Heilmittel am meisten zu empfehlen sein.

## Der Eichenwurzeltödter.[1])

Nach Hartig's Untersuchungen besitzt der die Krankheit veranlassende Pilz, Rosellinia quercina Htg. eine Mycelform, die zu Rhizoctonia gezogen werden muß.

Der Pilz, der im nordwestlichen Deutschland sehr verbreitet, scheint nur 1—3jährige Eichen zu befallen, die allmählich bleichen und vertrocknen. An der Hauptwurzel erkennt man vereinzelte schwarze Kugeln von der Größe eines Stecknadelknopfes, in deren Nähe das Rindengewebe gebräunt ist. Zwischen den als Sclerotien anzusprechenden schwarzen Körpern findet man die Stränge des Rhizoctonia-Mycels die Wurzel umspinnend und in die Erde sich fortsetzend. Gelangt das Mycel an eine Nachbarpflanze, so umspinnt es deren Wurzeln und tritt in die Rindenzellen ein, dringt bis an die Markröhre vor und tödtet die Wurzel in kurzer Zeit. An der Hauptwurzel sieht man das lebende Gewebe mit pseudoparenchymatischen Mycelmassen angefüllt, die eine andere Art Sclerotien (gefächerte Sclerotien) darstellen. Eine dritte Art von Dauermycel kann sich in der Korkschicht des alten Wurzelkörpers finden und dort die Zellen auseinander spalten. Die Infection der Hauptwurzel durch den Korkmantel der älteren Theile hindurch kann von den feinen Seitenwurzeln aus erfolgen, indem sich um deren Einfügungsstelle in die Hauptachse fleischige, anfangs weiße, später braun beränderte Mycelpolster bilden, die in das Innere des Wurzelparenchyms zapfenartige Fortsätze aussenden. Wenn die Witterungsverhältnisse für den Pilz dauernd günstig bleiben, so entsprossen diesen Zapfen feine Mycelfäden, die sich allseitig im Wurzelkörper weiter verbreiten und denselben tödten. Bei trockener oder kalter Witterung gewinnt dagegen die Nährpflanze die Oberhand und grenzt ihre Infectionsheerde durch Wundkork ab, in Folge dessen sie sich ausheilen kann.

Bei den Trockenperioden im Sommer erhält sich der Pilz nur durch die Dauermycelien, welche bei neu eintretender Feuchtigkeit durch Sprossung der inneren Zellen auskeimen und die braune Rinde durchbrechen. An oberflächlich verlaufendem Mycel sind auch Conidien auf quirlförmig verästelten Trägern beobachtet worden.

In der Nähe der kranken Pflanzen bilden sich auf dem Mycel zahlreiche schwarze, an der Basis lange weichbleibende Perithecien mit schmalem Mün-

[1]) Untersuchungen aus dem forstbotan. Institut zu München. I. S. 1—32.

dungskanal. Die zwischen Paraphysen an der ganzen Innenwand sich zeigenden Schläuche mit einer an der Spitze durch Jod sich bläuenden Verdickung enthalten kahnförmige, dunkelwandige Sporen, die im nächsten Jahre mit zwei derben Keimschläuchen keimen und zu einem, auch auf Nährlösung oder dem Erdboden fortwachsenden Rhizoctoniamycel sich ausbilden.

In Saatbeeten, in denen man die Rhizoctonia oft in Form schwarzer, glänzender Körnchen auch oberhalb der Cotyledonen am Stengel antrifft, erzeugt die Krankheit Fehlstellen von 1 m Durchmesser und darüber. Der Herbst oder eine größere Trockenperiode bringen die Zerstörung zum Stillstand. Unter solchen Verhältnissen können die kranken Pflanzen sich ausheilen. Zur Beschränkung der Ausbreitung ziehe man um die erkrankten Stellen Isolirgräben und vermeide die Benutzung solcher Pflänzchen, die aus der Nähe der Krankheitsheerde stammen.

**Trichosphaeria.**

R. Hartig[1]) fand eine neue, auf Picea excelsa parasitirende Art, für welche er den Namen T. nigra R. Htg. vorschlägt. Im Gegensatz zu der auf Abies pect. schmarotzenden Tr. parasitica mit farblosem Mycel, hat dieser Fichtenparasit ein dunkelbraunes Mycelgeflecht, das seine zarten Haustorien durch die dicke Außenwand der Epidermiszellen sendet und selbst durch die Spaltöffnungen ins Innere bringt. Die gebräunten Nadeln werden an den Zweigen festgesponnen. Auf dem Mycelüberzuge der Nadeln erscheinen die schwarzen, großen, kugeligen, mit Haaren besetzten Perithecien.

**Cucurbitaria** (Fr.) Tul.

Die Gattung ist der Repräsentant einer Familie, bei der die Perithecien meist charakteristisch heerdenweis auf dem bisweilen nur wenig entwickelten Lager sitzen; die lederartig derben, schwarzbraunen Kapseln, die größtentheils unter der Korkhaut der Pflanzentheile angelegt werden, durchbrechen dieselbe später. In der Gattung Cucurbitaria ist das Stroma krustenförmig und die kugeligen Perithecien enthalten cylindrische, mit Paraphysen gemischte Schläuche, die braune, mauerartig gefächerte Sporen austreten lassen.

Von Tubeuf[2]) hat sich mit der Entwicklungsgeschichte der verbreitetsten Art (C. Laburni) eingehend beschäftigt und dieselbe als Wundparasiten, der namentlich in Hagelschlagwunden sich einbürgert, nachgewiesen. Die Mycel- und Sporeninfectionen auf Wundstellen gesunder Exemplare ergaben ein Eindringen des Pilzmycels auf mehrere Centimeter. An einigen Mycelinfectionsstellen bildeten sich Pycniden. Der Formenreichthum der Knospenapparate ist sehr groß. Tubeuf fand erstens farblose, einzellige Conidien auf Trägern, die entweder frei auf dem Stroma oder in Höhlungen desselben oder als Stylosporen, eingeschlossen von einer wirklichen Pycnidenwand auftraten; ferner zeigten sich braune, einzellige, runde Stylosporen in kleinen, braunen Pycniden; außerdem fanden sich mauerförmig gefächerte, braune Stylosporen in kugeligen oder mit spitzer Mundöffnung versehenen Kapseln und endlich auch braune, zweizellige Stylosporen (Diplodia Cytisi Auersw.) in dunklen Pycniden. Alle diese Knospen sind keimfähig und können nebst den Ascosporen den Tod gesund gewesener Goldregenpflanzen einleiten, wenn sie,

[1]) Bot. Centralbl. 1885, Nr. 38 S. 363.

[2]) Cucurbitaria Laburni auf Cytisus Laburnum. Inaugural-Dissertation von Karl, Freiherr v. Tubeuf, Cassel, Fischer 1886.

wie gesagt, auf Wundstellen kommen; die intakte Rinde kann nicht von dem Pilz, der sonst meist rein saprophytisch angetroffen wird, durchbrochen werden.

Derartiger Wundparasitismus dürfte wahrscheinlich auch bei andern Cucurbitarien nachweisbar sein und deshalb geben wir noch eine Aufzählung einiger von Winter angeführten Arten: Cucurbitaria elongata Grev. auf Aesten von Robinia Pseud-Acacia; eine Macrostylosporenform führt den Namen Hendersonia Robiniae West., eine andere Pycnidenform ist Diplodia Robiniae. Die Gattung Diplodia ist auch bei manchen andern Arten bereits als Knospenform nachgewiesen worden. — C. occulta Fuck. auf Rosa canina. — C. naucosa Fuck. auf Ulmus. — C. bicolor Fuck. auf Prunus Padus. — C. protracta Fuck. mit Diplodia Aceris auf dürren Aesten von Acer campestre. — C. pithyophila (Fr.) Wtr. auf der Rinde lebender und abgestorbener Aeste von Coniferen. — C. acervata (Fr.) Wtr. auf dicker Rinde von Pirus communis und Malus. — C. conglobata (Fr.) Ces. auf Corylus und Betula. Bei den folgenden Arten zeigt der Speziesname schon die Gattung der befallenen Nährpflanze an, wie z. B. bei C. Rosae, Negundinis, Crataegi, ulmicola, Ribis, Dulcamarae, salicina, acerina, Hederae, Rhamni, Juglandis (mit Diplodia Jugl.), Coryli (mit Hendersonia mutabilis), Evonymi, Spartii, Amorphae, Gleditschiae, Coluteae, Caraganae, und Berberidis.

**Otthia** Nitschke.

Der vorigen Gattung sehr nahe stehend, aber durch die kahlen Perithecien mit oblongen, zweizelligen, braunen Ascosporen unterschieden, dürfte auch diese Gattung hier Aufnahme finden, da sie des Wundparasitismus verdächtig erscheint. O. Crataegi Fuck. auf dürren Aesten von Crataegus Oxyacantha — O. Pyri Fuck. (mit Diplodia Pseudo-Diplodia und Malorum) auf Pirus communis. — O. Pruni (mit Dipl. Pruni) auf Prunus spinosa. — O. Spireae Fuck. auf Spiraea opulifolia und salicifolia. — O. Winteri Rehm auf Acer campestre. — O. ambiens auf Betula. — Außerdem wären noch zu nennen O Xylostei, Rosae, Quercus, Alni, populina und Aceris.

Aus der Familie der Massarieae, bei der die stromalosen Perithecien dauernd vom Periderm der trocknen Zweige bedeckt bleiben und nur die kleine, papillenförmige Mundöffnung sich durchbohrt, um die meist mit einer Gallerthülle versehenen Sporen zu entlassen, erwähnen wir die Gattung Massaria. Es ist nämlich nicht unwahrscheinlich, daß ein Einbringen des Pilzes in die gelockerten Lenticellen des noch nicht abgestorbenen Zweiges erfolgt, also ein bedingter Parasitismus zu finden ist. Von der Gattung Massaria, deren Sporen meist 3 und mehr Querwände haben, ist Massariella Speg. mit nur zweizelligen Sporen abgetrennt worden.

**Massariella.**

Von letzterer Gattung ist M. vibratilis auf Prunus domestica und Cerasus darum zu erwähnen, weil hierher wahrscheinlich die parasitäre Diplodia Cerasorum als Pycnidenform gehört. — M. Curreyi Sacc. auf Tilia, M. bufonia Speg. auf Quercus, M. Betulae Niessl auf Betula.

**Massaria.**

Massaria eburnea Tul. auf Fagus und Betula hat nach Tulasne noch Pycniden, die als Septoria princeps Berk. bekannt sind. — M. microcarpa Fuck. auf Carpinus Betulus. — M. polymorpha Rehm auf Rosa. — M. micacea Kze. auf Tilia. — M. foedans Fuck. auf Ulmus. — M. loricata Tul. auf Fagus. — M. Pupula Tul. mit Steganosporium pyriforme Cda. als Conidienform kommt auf dürren Aesten von Acer Pseudoplatanus vor. — Auf dieser Nährpflanze und andern Ahornarten findet sich auch Massaria inquinans Wtr., zu der nach

Winter auch wahrscheinlich Aglaospora ocellata gehört. — M. marginata Fuck. auf Rosa canina hat als Stylosporenform nach Fuckel das Seyridium marginatum Fr. — M. hirta (Fr.) Fckl. auf Sambucus racemosa und nigra. — M. conspurcata Sacc. auf Prunus Padus. Außerdem sei hier noch hingewiesen auf M. Pyri Otth., Platani Ces., Ulmi Fuck, carpinicola Tul., Aesculi Tul. Rubi Fuck. und Corni Fuck. —

Während wir bei den vorigen Gattungen nur der Vermuthung eines parasitischen Lebens Raum geben konnten, dürfen wir bei der Gattung

**Gnomonia** (Rbh.) Fuck.

bestimmt von Parasitismus sprechen. Diese Gattung ist der Repräsentant der Unterfamilie der Gnomonieae, deren Glieder ihre häutigen, seltener leberartigen Perithecien auch eingesenkt in das Parenchym der Blätter oder Rinde haben, bei denen aber die Mündung meist in der Form eines längeren Schnabels hervorbricht. Die paraphysenlosen Schläuche haben eine stark verdickte Innenmembran. Der Parasitismus ist nicht der reifenden Frucht eigen, sondern den Vorläuferformen der Conidien oder Spermogonien, die verschiedenartige, trockene Flecke erzeugen. Unter Umständen, wie z. B. in trüben, regnerischen Frühjahren erscheinen eine Masse Blattfleckenkrankheiten plötzlich in großer Ausdehnung, aber manchmal in einzelnen Lagen wie abgeschnitten. Diese Erscheinung, an der sich auch Glieder der Gnomonien betheiligen, läßt sich kaum anders erklären, als durch eine günstige Ansiedlungsgelegenheit zur Zeit der Sporenreife im Frühjahr. Wenn diese Zeit in einem Jahre für die Pilzansiedlung ungünstig verläuft, bleiben die Nährpflanzen für das laufende Jahr verschont. Als Beispiel einer parasitären Gnomonia wird in neuester Zeit am meisten genannt Gn. erythrostoma Fuck. Der Pilz verursacht eine

## Blattbräune der Süßkirschen.

Im Altenlande an der Unter-Elbe, Regierungsbezirk Stade, hat die Krankheit, die im Sommer durch ein Vergilben und späteres Braunwerden der Blätter kenntlich ist, eine besorgnißerregende Ausdehnung angenommen. Die abgestorbenen Blätter bleiben im Winter am Baume hängen. Durch die Störung des Blattapparates werden die Früchte spärlicher und schlechter[1]) und zwar meist nur einseitig saftig. Die Untersuchungen von B. Frank[2]) zeigen nun, daß eine Infection leicht gelingt, wenn man die mit großer Energie herausgespritzten, farblosen, ellipsoidischen, einzelligen Schlauchsporen unter feuchter Glocke auf Blätter und Früchte aussät. Unter diesen Verhältnissen keimt die Spore schon in 2—3 Tagen, indem sich an ihr eine seitliche Membranausstülpung bildet, die zu einer flachen, der Oberhaut fest aufgepreßten Erweiterung sich vergrößert (Appressorium). Aus der Mitte dieser Erweiterung dringt der Keimschlauch, die cuticularisirte Außenwand der Epidermiszelle durchbohrend, in das Kirschblatt, in dessen Intercellularräumen er als kräftiges Mycel weiter wächst. Später bilden sich zerstreut im Schwammparenchym unterhalb der Epidermis zahlreiche, braune Spermogonien, welche aus ihrem Scheitel langfadenförmige, schwachgekrümmte Spermatien entlassen. Diese dienen zur Befruchtung der meist im Umkreise der Spermogonien reichlich in Gestalt dicker Fadenenden aus den Spaltöffnungen herausragenden, weiblichen Apparate (Trichogynen), welche ihrer Gestalt und Entwicklung nach mit denen der später zu erwähnenden Polystigma übereinstimmen. Je nach der Ausgiebigkeit der Befruchtung entwickeln sich mehr oder weniger Perithecien, welche im Frühjahr die Sporen auf das

[1]) Deutsche Gartenzeitung von Wittmack 1886, S. 61.

[2]) B. Frank: Ueber Gnomonia erythrostoma, die Ursache einer jetzt herrschenden Blattkrankheit der Süßkirschen 2c. Berichte d. deutsch. bot. Ges. 1886, Heft 6, S. 200.

junge Laub ausspritzen. Die Entleerung der Schläuche findet nach einander statt und Bedingung der Ejaculation ist ein abwechselndes Durchnäßtwerden des abgestorbenen, perithecientragenden Blattes und darauf folgendes allmähliches Abtrocknen.

Diese experimentell wiederholt festgestellte Thatsache giebt den Schlüssel für eine Erklärung der Ausbreitung der Krankheit. Tritt zur Zeit der Sporenreife eine solche wechselvolle Witterung ein, dann ist nicht nur die Gelegenheit für das bequeme Ausschleudern der Sporen gegeben, sondern auch für deren Keimung vorhanden. Bei andauernd trockner Witterung dürfte die Krankheit wohl von selbst zum Stillstand kommen. Für alle Fälle ist ein sorgsames Entfernen des alten auf dem Baume verbleibenden Laubes während der Winterszeit anzurathen. Außerdem aber bin ich der Meinung, soll man die schwer erkrankten Bäume zurückschneiden; sie werden dadurch wieder zu kräftigerer Holzbildung kommen. Nach brieflicher Mittheilung von Dr. Köpke (Bremervörde) wird übrigens angenommen, daß als disponirende Ursache einer intensiven Erkrankung das Vorangehen von Frühjahrsfrösten angesehen wird. Außerdem erkranken nur gewisse Sorten dicht neben gesund bleibenden Varietäten.

Ebenfalls auf dürren Blättern zu finden sind noch folgende Arten mit zweizelligen Sporen: Gn. Rubi Rehm auf dürren Rubus-Blättern. — Gn. errabunda auf Fagus, Quercus und Carpinus. — Gn. petiolicola Karst. auf Blattstielen von Tilia. — Gn. suspecta Sacc. auf dürren Blättern von Quercus. — Gn. cerastis Ces. auf Blattstielen von Acer Pseudoplatanus und Negundo. — Gn. vulgaris Ces. auf Corylus. — Gn. setacea Fuck. mit fadenartiger Borste an den Sporen kommt auf sehr verschiedenen Bäumen und Sträuchern (Prunus, Rubus) vor und soll nach Fuckel als Spermogonienform, ebenso wie manche andere Arten, eine Discosia haben. — Gn. leptostyla Ces. mit Marsonia Juglandis Lib. als wahrscheinlicher Conidienform auf Juglans regia. — Gn. Rhododendri Auersw. auf Rhododendron hirsutum. — Gn. campylostyla Auersw. auf Betula alba. — Gn. inclinata Auersw. auf Acer und Aesculus.

Einzellige Sporen (Gnomoniella) besitzen Gn. Rosae (Fuck.) Fr. auf Rosa rubiginosa. — Gn. tubaeformis Auersw. auf faulenden Blättern von Alnus und (nach Frank) die obige Gn. erythrostoma.

Vierzellige Sporen (Gnomoniopsis) haben Gn. Chamaemori Niessl auf faulenden Blättern von Rubus fruticosus; als Spermogonien giebt Nießl eine Discosia an. — Nicht zweifellos ist Gn. Grossulariae Sacc. auf Ribes Grossularia.

**Cryptoderis** Auersw.

ist von der vorigen Gattung hauptsächlich durch die fadenförmigen Sporen verschieden. Cr. lamprotheca Auersw. (Linospora candida) mit Depazea candida als Spermogoniumform auf Populus alba. — Cr. pleurostyla Wtr. auf Salix. — Cr. melanostyla Wtr. auf faulenden Blättern von Tilia.

**Linospora** Fuck.

ist mit der vorigen Gattung nahe verwandt aber dadurch ausgezeichnet, daß die astromatischen Perithecien mit einen Clypeus bedeckt sind. Es ist dies eine pseudoparenchymatische, braunschwarze, meist glänzende Pilzgewebeschicht, die über und hier auch pseudostromatisch gleichzeitig unter dem fadenförmige, farblose Sporen tragenden Perithecium ausgebreitet ist. L. Capreae Fuck. auf Blättern verschiedener Arten von Salix oft gemeinsam mit Melampsora Salicis Capreae vorkommend. — L. populina Schröt. auf Populus tremula; hierher soll Gloesporium Tremulae Lib. als Conidienform gehören. — L. Carpini Schröt. auf Carpinus.

Die sich hier anschließenden Gattungen Trabutia mit ellipsoidischen, farblosen, einzelligen Sporen und Hypospila mit länglichen, ungefärbten, meist 2 bis 4fächerigen

Sporen kommen vorzugsweise auf todten Blättern von Quercus vor. Die Gattung Clypeosphaeria hat vierzellige, braune Schlauchsporen; eine Cl. **Asparagi** Wtr. (Leptosphaeria Asp. Fuck.) mit ihrer, den Perithecien ähnelnden Spermogonform wird auf dürren Stengeln von Asparagus gefunden.

Die artenreichste, allerdings meist in wärmeren Gegenden auftretende Gattung dieser durch einen Clypeus ausgezeichneten Unterfamilie der Clypeosphaerieae ist Anthostomella Sacc. mit braunen, ellipsoidischen, einzelligen Sporen. Bei uns vorkommend ist A. conorum (Fuck.) Wtr. auf faulenden Zapfen von Pinus silvestris. — A. appendiculosa Sacc. auf dürren Ranken von Rubus. — A. Rehmii (Thüm.) Rehm auf dürren Nadeln von Abies pectinata.

### b) Sphaerelloideae.

Wir sehen hier ab von den speziell Flechtenparasiten darstellenden Gattungen Pharcidia und Tichothecium sowie Müllerella und wenden uns zu denjenigen Gattungen, welche wir trotz des Vorkommens ihrer reifen Perithecien auf nur abgestorbenen Pflanzentheilen doch als bedingte Parasiten nach Art der Pleospora halten.

Ascospora: Die von einem dicken, vielgliedrigen, braunen Mycel entspringenden Perithecien sind in die Oberhaut eingesenkt; die farblosen Sporen sind einzellig.

Sphaerella: Die nur anfangs eingesenkten häutigen Perithecien enthalten büschelig stehende Schläuche ohne Paraphysen; die zweizelligen Sporen sind selten gefärbt.

Laestadia ist eine Sphaerella mit einzelligen Sporen.

Sphaerulina: Die eingesenkten, häutigen Perithecien haben büschelige, paraphysenlose, oblonge oder cylindrische Schläuche, welche Sporen mit 3 und mehr Querwänden enthalten.

Stigmatea: Die oberflächlichen, flach aufsitzenden Perithecien enthalten Paraphysen und 8sporige Schläuche, die zweizellige, meist farblose Sporen besitzen.

**Ascospora.** (Asteroma p. p.)

A. microscopica Niessl auf abgestorbenen Blättern von Rubus fruticosus. — A. Himantia Wtr. (Asteroma Him. Fr.) auf dürren Stengeln von Daucus Carota. —

**Sphaerella.** (Hierzu Taf. XV.)

Wir werden die Eigenthümlichkeiten der außerordentlich artenreichen Gattung am besten durch Betrachtung eines speziellen Krankheitsfalles kennen lernen. Als solcher empfiehlt sich durch seine Häufigkeit

### die Fleckenkrankheit der Erdbeerblätter,

hervorgebracht durch Sphaerella Fragariae (Stigmatea Frag. Tul., Sphaeria Frag. Fuck.), welche nach den Angaben Tulasne's Conidien und Pycnidenformen bildet. Wie bei den früheren Gattungen ist allerdings der Nachweis

der Zusammengehörigkeit der verschiedenen Formen nicht durch Kulturversuche erwiesen, sondern nur durch das gemeinsame Vorkommen erschlossen.

Leicht kenntlich für das unbewaffnete Auge sind die kreisrunden, braunrothen Flecke, welche, getrennt oder zusammenfließend, auf der Oberseite der Erdbeerblätter erscheinen (Fig. 1). In der Mitte sieht man die etwa 3—5 mm Durchmesser haltenden Flecke (Fig. 1t) bereits theilweis trocken geworden und verblaßt; dies kommt daher, daß das Parenchym des Blattes an dieser Stelle bereits aufgezehrt und vollständig saftlos ist. Allmählich hebt sich die ebenfalls trocken gewordene Oberhaut von dem saftlosen Parenchym ab; in die Zwischenräume tritt Luft und nun erscheint der Fleck in der Mitte weiß mit einem rothen, frischen Rande umgeben. Die rothe Farbe hängt von dem gefärbten Inhalte ab, den die vom Pilze noch nicht ausgesogenen Zellen der Umgebung zeigen. Im Innern des Blattes nun wuchert das dünne, fadenförmige, blasse, selten etwas gefärbte Mycel, welches an die Blattoberfläche zahlreiche Büschel kurzer, mattgefärber, linearer Basidien sendet, die auf ihrer Spitze einzelne oder zu langen, zurückgeschlagenen Ketten vereinigte Conidien tragen (Fig. 2b). Die ausgebildeten Conidien (Figg. 2c, 3c und 4), welche an der Spitze der längsten Fäden entstehen, sind linearisch, gerade, beiderseits etwas zugespitzt, ungetheilt, oder zwei- bis vierfächrig, 0,03—0,04 mm lang, aber kaum 0,0035 mm dick. In der Jugend erscheinen die Basidien mit ihren Ketten noch weiß; sie werden jedoch bei zunehmendem Alter stets schwarzbraun. In Folge des Farbenunterschiedes haben die älteren Systematiker diese Conidienform in zwei verschiedene Pilzgenera gebracht, und zwar rechneten sie die weiße Form zur Gattung Cylindrosporium Grév., die dunkle zu Graphium Corda.

Die schwarzen, sparsamen Büschel pflegen nicht mit den weißen gemeinschaftlich in demselben Fleck vorzukommen; die Ersteren sind in der Regel länger und dichter gestellt. Diese Bildungen sind im Sommer häufig anzutreffen, und ihre Keimung (Figg. 5 und 6) ist leicht zu beobachten; gegen den Winter hin entstehen Büschel sehr zahlreicher, aus einander gehender Zweige aus kettenförmig gestellten, leicht abfallenden, eilänglichen Conidien, welche kürzer als die Sommerconidien, bald weißlich, bald braun gefärbt sind, aber ebenso wie die Sommerconidien keimen (Fig. 8c).

Die Kapseln (Pycniden), welche die zweite Art Knospen (Stylosporen) enthalten, sind früher ebenfalls als besondere Pilzspezies angesehen und als Ascochyta Fragariae Lsch. beschrieben worden. Dieselben brechen haufenweis aus dem Gewebe hervor als runde, ungeschnäbelte, sehr dünnwandige Körperchen von 0,12 – 0,16 mm Durchmesser. Die in ihnen enthaltenen Stylosporen sind oblong-linearisch, oben und unten stumpf, bald gerade, bald gekrümmt, 0,029—0,038 mm lang, 0,005 mm dick und durch drei Querwände in vier ziemlich gleiche Theile getheilt (Fig. 7); sie entstehen einzeln auf sehr kurzen Fäden (Sterigmen) und werden bei der Reife mattbraun.

Die Kapseln (Perithecien), welche die Ascosporen bergen, erscheinen zu Ausgang des Winters auf den welkenden oder schon trocken gewordenen Blättern unter der aufgerissenen Oberhaut in einen Kreis gestellt rings um die blasse Zone, aus welcher die Conidien tragenden Büschel sich noch erheben. Diese dichten, schwarzen, fast kreisrunden Körper (Fig. 8p) sind meist kahl, bisweilen aber auch mit einem Büschel conidientragender Fäden versehen (Fig. 8d), wodurch sie den reinen Knospenbüscheln sehr ähnlich werden. Die in dem Perithecium vorhandenen Schläuche (Fig. 9) sind verkehrt eirund, fast sitzend, 0,03—0,04 mm lang und achtsporig. Die Sporen sind länglich eirund, beiderseits abgerundet, ungleich zweifächerig, blaßbraun, 0,015 mm lang und 0,003 mm dick (Fig. 9sp).

Während die Perithecien mit den Sommerconidien auf denjenigen Sorten reichlicher beobachtet worden sind, welche große, zuckerreiche Früchte tragen, fanden die Gebrüder Tulasne die Pycniden zahlreicher auf den kleinfrüchtigen, gewürzhaften Sorten, welche sich unseren Walderdbeeren nähern.

Ueber die Heilung der Krankheit liegen keine Angaben vor. Es dürfte aber ein Fall Erwähnung verdienen, der mir im Jahre 1866 zur Beobachtung kam. In Schönhausen bei Berlin erkrankten seit dem Winter 1865 eine große Anzahl Treib-Erdbeeren, die in sehr kräftigem Boden standen, derart, daß die jungen Erdbeerblätter während ihrer Entfaltung reichlich roth umrandete Flecke zeigten und in kurzer Zeit vertrockneten. Die charakteristischen Flecke der Blätter und die darauf gefundenen verzweigten Ketten der eilänglichen Conidienform zeigten die hier beschriebene Stigmatea an. Als die kranken Pflanzen im Frühjahre in lockeren Gartenboden gepflanzt wurden, verlor sich das Uebel.

Soweit ich ferner bis jetzt gesehen, tritt die überall anzutreffende Krankheit häufiger in lehmigem Boden, als in lockerem, sandigem Terrain auf und ich glaube daher, man wird der Ausbreitung des Pilzes am besten entgegenarbeiten, wenn man die Erdbeeren in kräftigen aber lockeren Boden in reich besonnte und durchlüftete Lage bringt.

### Figurenerklärung.

Fig. 1. Erdbeerblatt mit den durch Sphaerella Fragariae hervorgebrachten Flecken; t die mittlere Parthie des Fleckes ist bereits trocken.

Fig. 2. Querschnitt eines Blattstücks, durch dessen Oberhaut schon die Conidienbüschel durchbrechen; b Basidien, c Conidien.

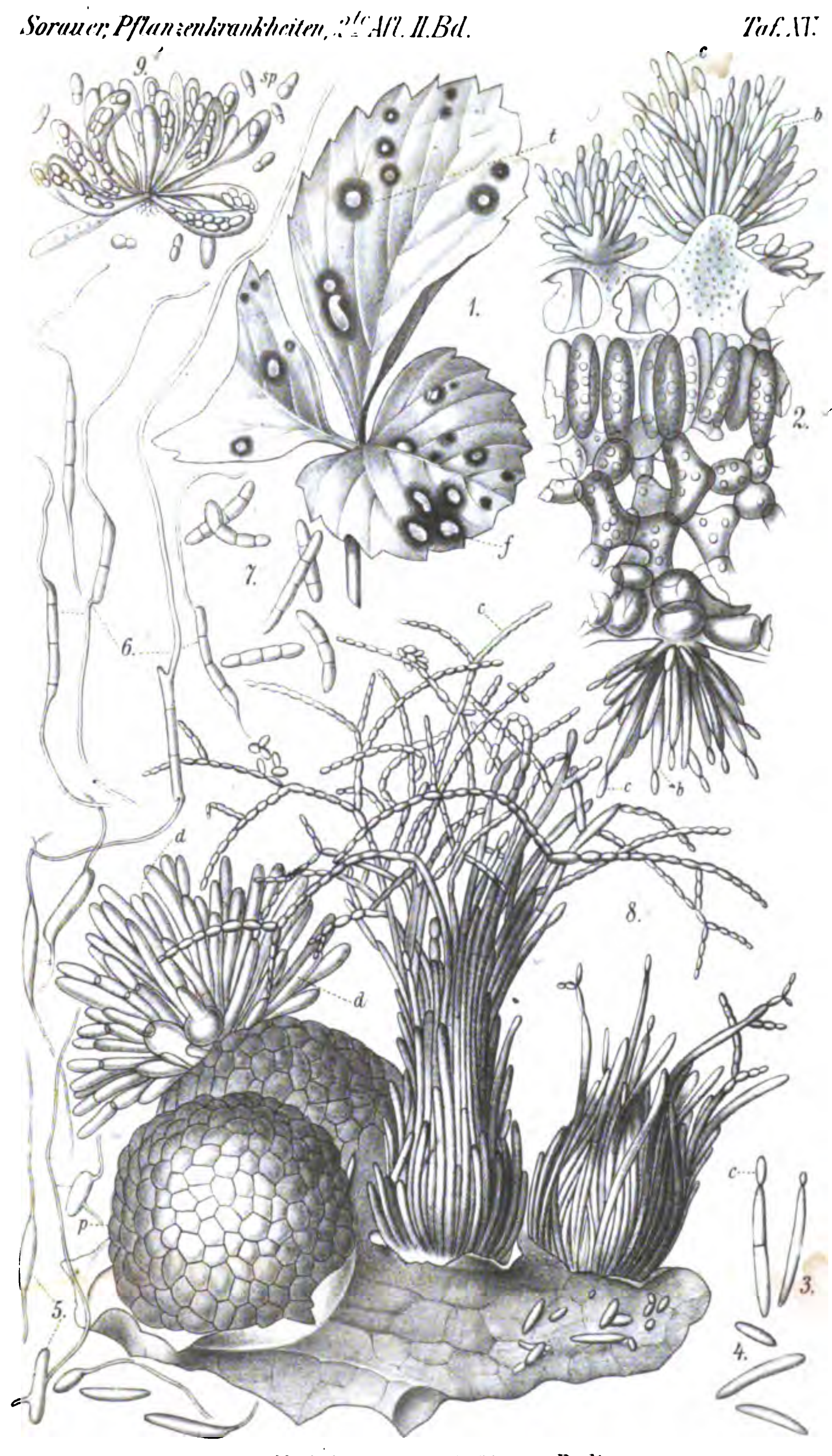
Fig. 3. Basidie mit Conidie c.

Fig. 4 abgelöste Conidien.

Fig. 5 und 6 keimende Conidien.

Fig. 7 gefächerte Stylosporen.

Fig. 8. Fruchtkapseln des Pilzes. c braune Conidien, welche kettenförmig aus Büscheln sehr zahlreicher, garbenartig auseinandergehender Basidien




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.

im Spätherbst entstehen. p kahles, d mit Conidien tragenden Fäden gekröntes Perithecium.

Fig. 9. Die büschelig aus dem Grunde des Peritheciums herausgedrückten Schläuche, sp die ungleich zweifächerigen, blaßbraunen Ascosporen.

## Die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter.

In der Voraussetzung der Richtigkeit einer von Nitschke[1]) mitgetheilten Beobachtung, wonach zu der die Krankheit erzeugenden Pilzform eine Sphaerella als reife Frucht gehört, bringen wir die Beschreibung an dieser Stelle.

Die Krankheit ist leicht an den braunen Flecken kenntlich, welche in der Regel zuerst im Juli an den Blättern auftreten. Die Flecke breiten sich immer mehr aus, ergreifen auch die feinen Nerven und finden nur an den starken Rippen ihre Begrenzung. Nach v. Mohl[2]), dem wir ein genaueres Studium der Krankheit verdanken, sind zwar die erkrankten Blätter den Seidenraupen nicht schädlich, weil dieselben die trockenen Stellen nicht fressen; aber der Baum selbst wird bedeutend durch die Pilzstellen geschädigt, da sein Blattapparat eine wesentliche Einbuße erleidet. Die Flecke erscheinen häufig auf der Oberseite etwas eingesunken und von dem gesunden Gewebe wallartig umgeben. Genauer betrachtet, erscheint die eingesunkene Stelle etwas höckerig, weil die der Epidermis der Oberseite angehörenden Zellen, welche die für die Urticaceen charakteristischen, keulenförmigen Auswüchse (Gummikeulen, Traubenkörper) enthalten, weniger zusammenschrumpfen, als das übrige Gewebe. Die in der Nähe der Gefäßbündel verlaufenden Milchsaftgefäße zeigen einen geronnenen und gebräunten Saft. In der Mitte eines solchen braunen Fleckes bricht nun der Pilz in Form einer kleinen Pustel durch die Epidermis; dieser ersten Pustel folgen in der Regel noch mehrere auf demselben Flecke in ringförmiger Anordnung nach. Je feuchter die Luft, desto mehr solcher Erhebungen treten auf und meist zeigen sich dieselben dann auch auf der Blattunterseite. Das Mycel des Pilzes verläuft in Form theils ungefärbter, theils mit goldgelben Oeltröpfchen angefüllter, gewundener, knotiger Fäden in den Intercellularräumen zwischen den bisweilen noch grünlichen, meist aber gebräunten Parenchymzellen. Die Fäden treten gegen die Epidermis hin zu einem ebenen oder flach convexen, gelbbraunen Stroma zusammen, welches so dicht ist, daß es ein parenchymatisches Ansehen erhält. Diese braune Schicht ist auf ihrer, gegen die Epidermis gewendeten Seite dicht mit nebeneinander stehenden Fäden besetzt, welche eine gelbbraune, ins Grünliche spielende Färbung zeigen und gegen ihr oberes, abgerundetes Ende hin ziemlich farblos sind; sie bilden ein

---

[1]) Sphaerella Mori Fuck., Sphaeria Mori Nke., Septoria Mori Lév., Phleospora Mori Sacc., s. bei letzterer Gattung.

[2]) Bot. Zeit. 1854, S. 761.

bei auffallendem Lichte schwärzlich braun erscheinendes Polster, das von der aufgerissenen Epidermis kelchartig umgeben ist. Die Endzellen der Fäden dieses Lagers schwellen an, krümmen sich dabei bogig und stellen nun die Sporen dar, die in ungeheurer Anzahl, in Schleim eingebettet, als eine breit warzenförmige Masse hervorbrechen und einen mehr oder minder ausgedehnten, glatten, zusammenhängenden, röthlichbraunen Ueberzug bilden, der dann und wann mit weißlichen Efflorescenzen (einzelnen freien Sporen) bedeckt erscheint. Kratzt man die trockene Sporenmasse vom Blatte ab und bringt dieselbe in Wasser, so löst sich der sie verbindende Schleim und man erkennt jetzt die einzelne Spore als ein cylindrisches, meist gekrümmtes, mit 3—4 und mehr Querwänden, häufig nach unten zu mit einem dünnen Anhange versehenes Gebilde von etwa 0,05 mm Länge und 0,007 mm Dicke.

So weit nur gehen die Beobachtungen von Mohl, welcher aber schon die Vermuthung Tulasne's theilt, daß noch eine vollkommenere Entwicklungsform existiren müsse. Dieselbe zeigt sich nun in der That nach Fuckel häufig im Winter an abgefallenen Blättern von Morus alba; der eigentlich schädliche Theil ist aber die oben beschriebene Stylosporenform, gegen welche sich bis jetzt kein Mittel hat auffinden lassen, obgleich die Krankheit seit vierzig und mehr Jahren die Maulbeerpflanzungen aller europäischen Länder mit abwechselnder Intensität heimsucht und namentlich um so stärker aufzutreten scheint, je rauher das Klima ist.[1])

Sphaerella maculans Sacc. kommt vor auf Blättern von Spiraea Ulmaria. — Sph. brassicicola Ces. (Dothidea brassicae Desm.) mit Asteroma Brassicae als Spermogonienform auf welkenden Blättern vom Brassica und Armoracia. — Sph. Compositarum Auersw. auf dürren Stengeln von Cichorium Intybus und Carlina acaulis. — Sph. sagedioides Wtr. auf dürren Stengeln von Dipsacus silvestris und Daucus Carota. — Sph. leptoasca Auersw. auf dürren Stengeln von Umbelliferen. — Sph. pinodes Niessl auf dürren Stengeln von Pisum sativum. — Sph. Cruciferarum Sacc. auf Blättern und häufiger auf Schoten und Stengeln von Cruciferen. — Sph. depazeaeformis Wtr. auf lebenden Blättern von Oxalis Acetosella und corniculata. — Sph. Primulae Wtr. (Stigmatea Primulae Auersw.) auf trockenen Blättern alpiner Arten von Primula. — Sph. allicina Fr. auf verschiedenen Arten der Gattung Allium. — Sph. brunneola Cooke auf trockenen Blättern von Convallaria majalis; die Spermogonienform hierzu ist Asteroma subradians Fr. — Sph. Asteroma Karst. auf dürren Blättern von Convallaria multiflora, Polygonatum u. A.; als Spermogonienform wird Asteroma reticulatum Fr. angegeben. — Sph. Iridis Auersw. auf trockenen Blättern von Iris pumila. — Sph. recutita Fuck. auf welkenden Blättern von Dactylis glomerata. — Sph. longissima Fuck. auf welkenden Blättern von Bromus asper. — Sph. Tassiana de Not. auf todten Halmen und Blättern vieler Gramineae, Juncus- und Luzula-Arten, Typha u. A. — Sph. Pteridis de Not. und Sph. aquilina Auersw. auf dürren Wedeln von Pteris aquilina. — Sph. Filicum Auersw. auf Wedeln von Aspidium und Asplenium. — Sph. Equiseti Fuck. auf dürren Stengeln von Equisetum.

[1]) Mohl a. a. O. S. 763.

Von den baumbewohnenden Arten sind als besonders häufig zu nennen: Sph. punctiformis Sacc. (Sph. acerina, corylaria, salicicola Fuck.) auf Blättern verschiedener Bäume und Sträucher, namentlich von Salix, Tilia, Quercus, Acer. — Sph. maculiformis Auersw. bewohnt ebenfalls die trockenen Blätter verschiedener Baumarten, besonders Quercus, Castanea, Aesculus, Acer. — Sph. Fagi Auersw. auf dürren Blättern von Fagus. — Sph. Laureolae Auersw. (Asteroma Laur. Chév.) auf noch grünen Blättern von Daphne Laureola. — Sph. hedericola Cooke auf welkenden Blättern von Hedera Helix; als Spermogonienform wahrscheinlich Septoria Hederae. — Sph. sentina Fuck. auf dürren Blättern von Pirus communis. Fuckel giebt hierzu als Spermogonienform die eine weitverbreitete Blattfleckenkrankheit der Birnen hervorrufende Septoria nigerrima Fuck. (Depazea pyrina Riess) an. Als Pycnidenform wird Asteroma geographica Desm. bezeichnet. — Sph. cinerascens Fuck. auf faulenden Blättern von Sorbus Aria. — Sph. Gibelliana Pass. auf lebenden Blättern von Citrus medica und Limonum. — Sph. Vitis Fuck. auf welkenden und todten Blättern von Vitis.

Fuckel[1]) beschreibt zu diesem Pilze eine Conidienform aus büschelig gestellten, meist einfachen Hyphen mit 7—8fächerigen, fast keulenförmigen, olivenbraunen, sehr großen (72 Mik. langen) Knospen, die braune, sammetartige Rasen bildet. Der Pilz, der einzelne Sorten mit Vorliebe aussuchte, erscheint schon im August und September und veranlaßt eine vorzeitige Entblätterung; er tritt meist auf der unteren Blattfläche auf, wobei die befallenen Stellen auf der Oberseite als braune, dürre Flecke erscheinen, welche alsbald die ganze Blattfläche umfassen. Von anderen, auf abgestorbenen Blättern gefundenen Sphaerellen ergiebt sich die Mutterpflanze aus dem Speziesnamen, wie z. B. Sph. fagicola, Polypodii, Leguminis Cytisi, Cytisi sagittalis, Pinsapo, Berberidis, Evonymi, Pseudacaciae, Crataegi, Ribis, Grossulariae, Viburni, Ligustri, Fraxini, Vaccinii u. A.

**Laestadia.** Awd.

Als parasitisch auf lebenden Baumblättern wird L. maculiformis Sacc. mit abgestumpft spindelförmigen Sporen angegeben. Die übrigen Arten finden sich auch nur auf abgestorbenen Blättern, wie z. B. L. Mali, caricicola, Pinastri, Buxi, carpinea, alnea, Rosae etc. Auf todten Eichenblättern sind beobachtet worden L. puntoidea, Cookeana, Areola und sylvicola.

**Sphaerulina.**

Sph. baccarum Rehm auf faulenden Beeren von Juniperus nana. — Sph. intermixta Sacc. auf dürren Aesten von Rosa und Rubus. — Sph. myriadea auf dürren Blättern von Quercus.

**Stigmatea.** (Fr.) Fkl.

Von dieser Gattung sind sämmtliche Arten parasitische Bewohner lebender Blätter. Beispielsweise zu nennen sind: St. Robertiani. Wtr. auf der Oberseite lebender Blätter von Geranium Robertianum. — St. Alni Fuck. auf der Oberseite noch lebender Blätter von Alnus glutinosa. — St. Andromedae Rehm auf der Unterseite lebendiger Blätter von Andromeda polifolia. — St. Ranunculi Fr. auf Blättern von Ranunculus repens. — St. Juniperi Wtr. (Dothidea Juniperi Desmaz.) auf lebenden Nadeln von Juniperus communis. — St. Mespili (DC.) Sor. (Xyloma Mespili DC. Morthiera Mespili Fuck.) auf Cotoneaster tomentosa und Pirus communis silv. — Wichtig ist dieser Pilz als Erzeuger der

[1]) Symbolae I S. 104.

## Fleckenkrankheit oder Blattbräune der Birnen.

(Taf. XVI, Fig. 6—9.)

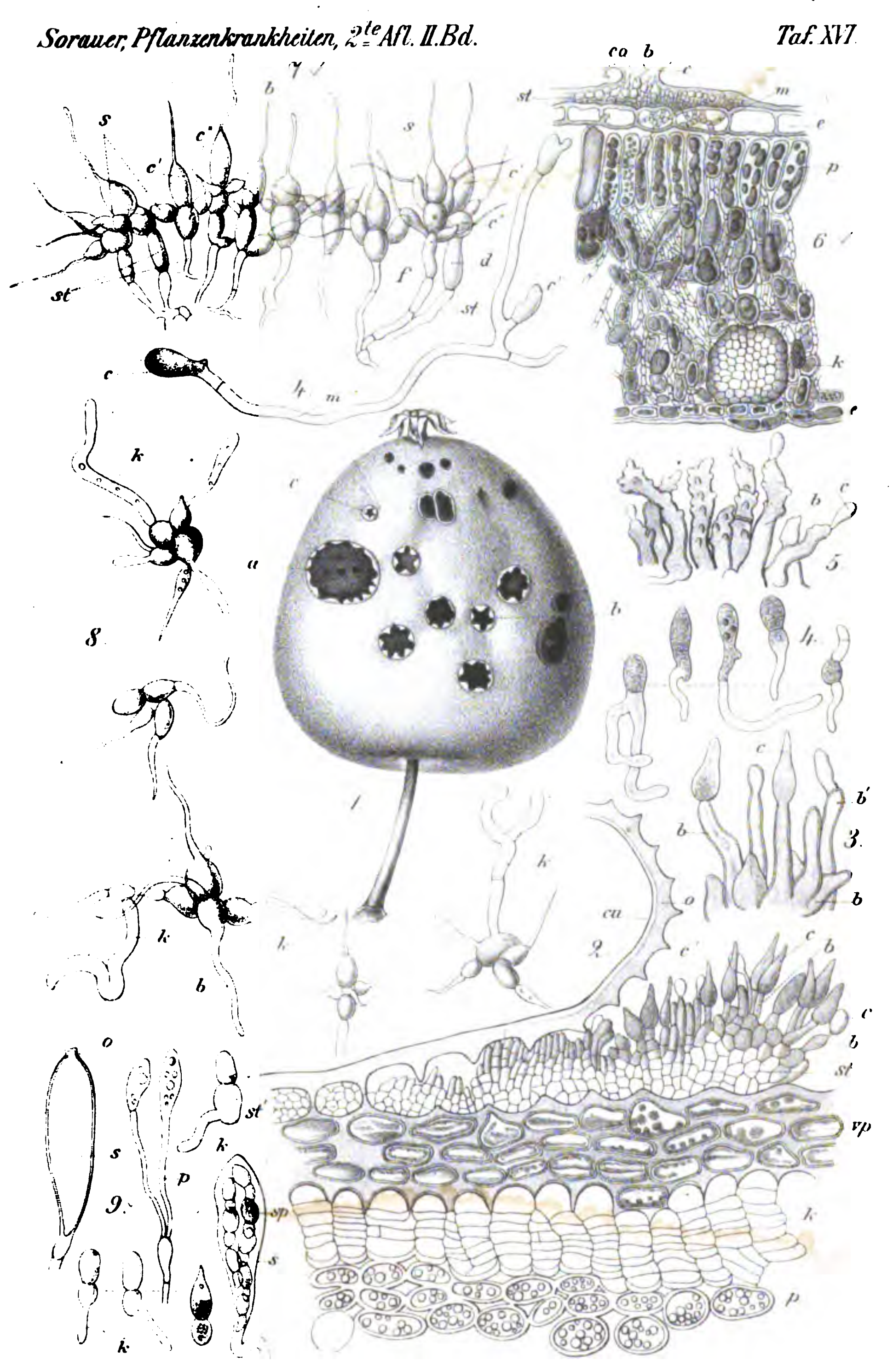
Besonders gefährlich erscheint der Pilz den Birnenwildlingen der Baumschulen. Die Krankheit ist in der Regel schon im Frühjahr bald nach der Entfaltung des Laubes bemerkbar, indem man an einzelnen Blättern äußerst feine, bei auffallendem Lichte stumpfkarminrothe, bei durchfallendem Lichte leuchtend rothe Flecke zunächst auf der Oberseite, später auch auf der Unterseite wahrnimmt.

Das junge, noch weiche Blatt macht dann den Eindruck, als hätte es hier und da äußerst feine Spritztröpfchen erhalten. In dem Maße, als das normale Blatt selbst aus der röthlichen Färbung in die grüne und aus dem weichen Zustande in den lederartig festen übergeht, vergrößern sich die Flecke und verändern sich insofern, als nun das Centrum eine ganz schwach aufgetriebene, kreisrunde, schwarzkrustige Stelle erhält.

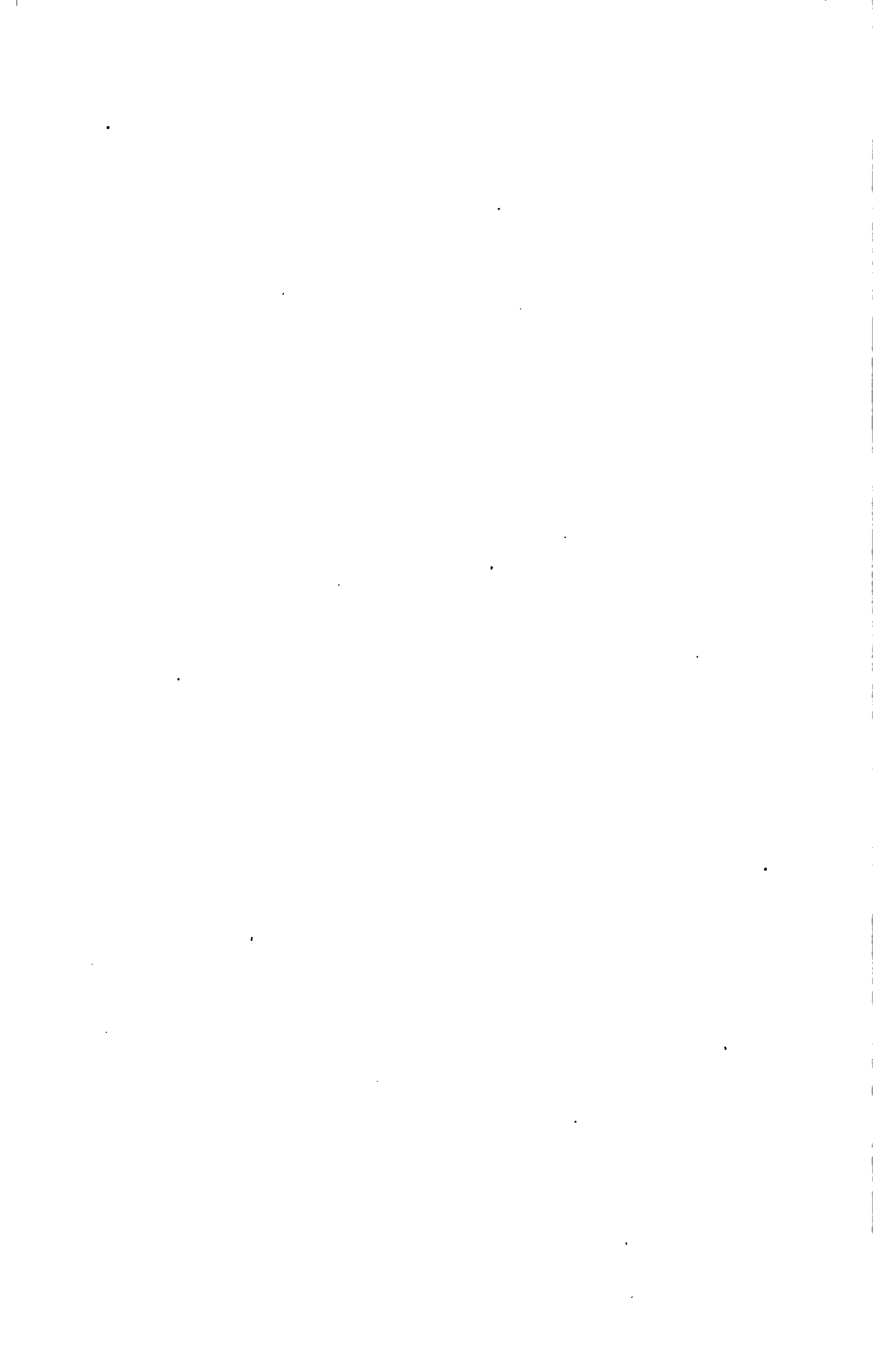
Bei zunehmender Intensität der Krankheit vermehren sich die Flecke; das erkrankte Blatt erscheint nun durchgängig roth bis braun punktirt. Endlich wird dasselbe durch Verschmelzung der braunen Flecke, welche durch das ganze Blattgewebe hindurchgehen und auf der Oberseite größer als auf der Unterseite erscheinen, tief braun gefärbt; es krümmt sich nun etwas muldenförmig und fällt schließlich ab. Auf diese Weise erscheinen die Birnenwildlinge oft schon zu Ende des Juli, mit Ausnahme der jüngsten Spitzen, gänzlich entblättert.

Feuchte Sommer erzeugen zwar bei solchen Wildlingen noch einen zweiten, kräftigen Trieb; allein auch bei diesem beginnt das ältere Laub alsbald sich zu bräunen und abzufallen, so daß immer nur die Zweigspitzen einige Blätter behalten. Die kranken Wildlinge sind deshalb schon aus weiter Ferne durch ihr besenartiges Aussehen oder durch die tiefbraune Färbung ihres Laubes in der Baumschule bemerklich.

Bei beginnender Erkrankung zeigt der Querschnitt eines Blattes an der Stelle, wo ein kranker Fleck sich befindet, ein Pilzmycel zwischen den Zellen, und in der Umgebung dieses Mycels den Zellsaft der Parenchymzellen, namentlich der unmittelbar unter der Epidermis der Blattoberseite liegenden, pallisadenförmigen Zellen, karminroth. Bei manchen Wildlingen, die sich im Herbst nicht roth, sondern bald braun verfärben, tritt auch an den kranken Stellen kein rother, sondern bald ein brauner Hof auf. Die braune Färbung wird durch das entweder zu braunen, unregelmäßigen Massen sich ballende oder feinkörnig zerfallende Protoplasma der Zellen hervorgerufen. Dieses Absterben des Zellinhaltes, das meist von der Oberseite beginnt, greift immer tiefer in das Blattinnere hinein, erreicht bald die Unterseite und erzeugt auf derselben die hier oft eckig erscheinenden Flecke. Die eckige Gestalt der Flecke auf der Blattunterseite wird dadurch bedingt, daß die maschigen Verzweigungen der



Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



Blattnerven der Ausbreitung der braunen Färbung meist ein Ziel setzen. Ist das gesammte Gewebe im Querdurchmesser des Blattes an einer Stelle erkrankt, dann zeigen sich die braunen Flecke auf beiden Seiten etwas eingesunken, weil das Mesophyll zusammen zu trocknen beginnt. Immerhin unterscheiden sich die Flecke aber deutlich von den oft mit ihnen gemeinschaftlich vorkommenden bekannten, ganz entfärbten, fast weißen, trockenhäutigen, scharf kreisrunden Stellen der Septoria nigerrima.

Die in der Mitte der braunen Flecke entstehenden, dem bloßen Auge ziemlich schwer kenntlichen, schwarzen, planconvexen Auftreibungen öffnen sich meist spaltenförmig, indem die Cuticularschichten der Oberhaut gesprengt werden. Die Ränder der abgehobenen Cuticularschichten bleiben anfangs noch glockenförmig über dem Lager der nun kenntlich werdenden Pilzknospen (Conidien), welche die Auftreibung veranlaßt haben; später schlagen sich die Ränder zurück und das Conidienlager erscheint jetzt als eine stumpfbraune, wollige, flache Ausbreitung.

Auch an den jungen Stengeln bemerkt man theils vereinzelte, theils zusammengeflossene, kreisrunde oder etwas in die Länge gestreckte Auftreibungen innerhalb einer mehr oder weniger großen, elliptischen bis streifenförmigen, etwas eingesunkenen, schwarzen Zone. Diese verfärbten Stellen entsprechen den Flecken auf den Blättern und stellen die Knospenlager des parasitischen Pilzes dar. Auch hier zerfasert später die Decke der Auftreibungen und deren nächster Umgebung, so daß nun innerhalb der schwarzen Zone eine hellbraune, längsrissige Stelle entsteht. Die schwarzen Flecke sind auch an den Blattstielen und Schuppen der im nächsten Jahr zur Entfaltung bestimmten Knospen zu finden, so daß also die vorhandenen Pilzknospen sich mit Leichtigkeit im Frühjahr auf die jungen Blätter übertragen können. In der That ließen sich schon am 7. Mai die ersten kranken Flecke auf den jungen Blättern nachweisen.

Die Fig. 6, Taf. XVI zeigt den Querschnitt durch eine kranke Stelle. Wir sehen den Inhalt der Zellen des Blatt-Innern zu braungrünen, gleichmäßigen Massen oder zahlreicheren, kugeligen Ballen zusammengezogen. Die einzelnen Zellen sind umsponnen von anfangs farblosen, später etwas gebräunten, verästelten, septirten Mycelfäden (m) von ungefähr 0,004—0,005 mm Dicke, die, wenn das Blatt nahe dem Absterben ist, auch in die Zellen eindringen und dann in der Regel tiefer braun gefärbt sind. Diese Fäden, welche die Epidermiszellen (e) reichlich durchwachsen, vereinigen sich hier unter der feinen, wachsreichen Cuticula (c) zu einem dünnen Lager (Stroma, st), dessen aufrechte, kurze Aeste zu den überaus zierlich geformten Knospen (Conidien, co) anschwellen.

Die Gestalt der Conidien (Fig. 7) läßt keinen Zweifel, daß wir es hier mit Morthiera Mespili (DC.) Fkl. zu thun haben. Durchschnittlich sind die Knospen aus 4 in ihrer Stellung die Kreuzform nachahmenden, kugeligen, z. Th.

mit einer Borste versehenen Zellen gebildet, von denen die oberste (Fig. 7c'), die größte, eine eirunde Form, die untere (c'') eine länglich-eirunde bis walzenförmige Gestalt besitzt. An der Berührungsstelle dieser beiden Zellen entspringen aus der unteren meist 2, bisweilen 4—5, kurze, spitz-eirunde bis kegelförmige, ebenfalls mit einer Borste versehene Seitenäste (s). Diese Theile lösen sich bei der Reife leicht von dem Stiel (st) ab.

Es ist leicht, die Entstehung dieser Conidien zu verfolgen. Die aus dem Stroma sich erhebenden, aus 3—4 ziemlich lang gestreckten Zellen bestehenden Aeste zeigen zunächst das Endglied der Zellreihe angeschwollen, und bald darauf das zweite, welches die untere Zelle der eigentlichen Conidie darstellt. Beide Zellen färben sich nach ihrer Anschwellung mit Jod dunkler, als die beiden übrigbleibenden, cylindrischen Stielzellen. In dieser Entwicklungsphase befinden sich die Conidien (co) in Fig. 6. Wenn das Lager älter wird, erscheint die Färbung oft intensiver braun, was von der Farbe der Wandungen und des Inhalts der Epidermiszellen herkommt, die von dem Conidienlager allmählich zusammengedrückt werden, falls sie nicht ganz von den Mycelfäden erfüllt sind. Bisweilen entstehen die Lager unter einer etwas stärkeren Decke, so daß an der aufreißenden Cuticula derbes, braunwandiges Pilzgewebe haftet, wodurch es den Anschein gewinnt, als entständen die Conidien in einer Kapsel.

Erst nach der Anschwellung der beiden oberen Zellen der Basidie zur Conidie treibt nun die untere Conidienzelle (Fig. 7c'') dicht unter der Berührungsstelle (Scheidewand) mit der oberen 2—5 kurz kegelförmige, sich ganz dicht an die obere Zelle anlegende Aeste, die selten größer werden als die Hälfte der unteren, sie tragenden Conidialzelle beträgt. Auf dem Rücken der äußeren Seite (die innere liegt der oberen, großen Conidialzelle an) entspringt eine wagerecht abstehende, steife Borste von der Länge der Borsten der größeren Zellen. Die Borsten sind kaum pfriemenförmig, sondern oben und unten fast gleich dick. Durch das bei Behandlung mit Jod stückweise Gelbwerden kleiner Parthien im Innern erkennt man, daß diese Borsten einen Inhalt haben, also äußerst zarte, fadenförmige Zellen sind.

Die Größe der Conidien ist ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen; ich fand die größten Exemplare von 0,0225 mm Länge, und in der oberen Conidialzelle von 0,01 mm Durchmesser. Fuckel (symb. myc. p. 382) giebt die Länge auf 0,014 mm an. Die Borsten (b) besitzen etwa die Länge der Conidie.

Aus Fig. 7 erkennt man, daß die Ausbildung der Conidien manchen Abweichungen unterliegt. Abgesehen von der wechselnden Zahl der stumpf-kegelförmigen Seitenäste sieht man bisweilen auch, wie bei d, noch eine dritte Basidialzelle an der Bildung der Conidie Theil nehmen; am Gipfel dieser dritten kann, wie bei f, eine Sprossung von Seitenästen stattfinden. Endlich

kann aus basalen Sprossungen dieser dritten Conidialzelle eine neue Conidie entstehen, so daß eine Basidie dann zwei Conidien trägt.

Bei der Keimung der Conidien schwellen die Borsten an der Basis etwas an; auch die einzelnen Zellen vergrößern sich ein wenig, aber gliedern sich selten von einander ab. Der dicke, ungefärbte, hier und da septirte Keimschlauch Fig. 8k (die übrigen Buchstaben wie bei Fig. 7) bricht häufig in der Nähe der Borste hervor und bohrt sich in die Epidermiswand ein. 5 einjährige Birnensämlinge (in Nährstoff-Lösung) wurden am 4. August 1876 auf der Oberseite ihrer jüngsten Blätter mit Conidien der Morthiera geimpft und unter Glocken in feuchte Luft gebracht. 3 von den geimpften Blättern auf 2 Pflanzen zeigten am 19. August die charakteristischen Höfe um die Impfstellen und im September eine Conidienpustel.

Zweifel darüber, daß der Pilz die Krankheit verursacht, existiren nicht, und ebenso wenig darüber, daß die Conidien diejenigen Organe sind, welche den Pilz im Laufe des Sommers von einem Blatt zum andern und von einer Pflanze auf die andere übertragen.

Obgleich ich keinen Wildling von dem Pilze verschont gefunden habe, ist es doch bemerkenswerth, daß nicht alle gleich schnell entblättert werden. Da solche resistenten Exemplare mitten zwischen den dicht gedrängt stehenden, stark erkrankten Pflanzen gefunden werden, so möchte ich an eine individuelle größere Widerstandsfähigkeit, nicht an eine zufällige geringere Infection glauben. Ich werde in meiner Meinung durch folgende, in einem zweiten Jahre wiederholte Beobachtung bestärkt. Um festzustellen, ob Pflanzen derselben Abstammung bei verschiedener Ernährungsweise sich allmählich verschieden gegen die Witterungseinflüsse, namentlich gegen die Winterfröste verhalten werden, wurden vor einigen Jahren in cementirte, 1 m tiefe, mit Flußsand gefüllte Kästen vor dem Vegetationshause Sämlinge verschiedener Obstbäume gepflanzt. Die Sämlinge stammten sämmtlich von spezifisch gleich schwerem Samen desselben Baumes und derselben Ernte und waren in ausgewaschenem Sande in demselben Topfe bis zum Auspflanzen herangezogen worden. Bei dem Auspflanzen wurde darauf Rücksicht genommen, daß in jeden Kasten dieselbe Anzahl gleich großer Pflanzen kam. So weit es für einen Versuch im Freien möglich, waren die Versuchsbedingungen für alle 3 Kästen gleich hergestellt worden. Der eine Kasten erhielt aber im Laufe des Sommers eine Düngung von schwefelsaurem Kali außer den für Nährstofflösungen angewendeten Nährsalzen, der zweite eine Düngung von salpetersaurem Kali außer den Nährsalzen, und der dritte nur Letztere allein.

Die sämmtlichen Birnenwildlinge in den Kästen wurden schon im folgenden Jahre durch die im freien Lande stehenden, stark erkrankten Pflanzen inficirt und allmählich durch den Pilz entblättert. Dabei stellte sich aber heraus, daß die in dem mit salpetersaurem Kali gedüngten Kasten stehenden Pflanzen am schnellsten entblättert wurden.

Es scheint somit, daß gerade die am besten ernährten Pflanzen der Ausbreitung des Pilzes am günstigsten sind.

Aus dieser Beobachtung wäre der Schluß nahegelegt, daß die anerkannt zarten, edlen Sorten eine noch vortrefflichere Unterlage für den Pilz bieten werden, als die Wildlinge. Diese Vermuthung bestätigt sich jedoch nicht. Im Gegentheil sind zwar die edlen Sorten in der Regel nicht gänzlich frei, aber doch nur selten in sehr starkem Maße befallen; nur einmal sah ich im Juni 1874 die auf kranke Wildlinge aufgesetzten Veredlungen stark befallen und am 8. August bis nahezu zur Spitze auch entblättert.

Auf die geringe Empfänglichkeit der edlen Sorten basirt sich der einzige Vorschlag, der zur Bekämpfung der Krankheit gemacht werden kann. Man muß versuchen, die Wildlinge, sobald es irgend geht, möglichst tief zu veredeln. Auf diese Weise wird man die Zahl der Conidienhäufchen, welche sich am Stengel befinden, möglichst einschränken und die Infectionsgelegenheit verringern, zumal wenn man gleichzeitig die Vorsicht gebraucht, die jungen Pflanzen in anderes Land zu versetzen, wo keine alten, kranken Blätter des Vorjahres zu finden sind. Das Veredeln allein wird darum weniger schützen, weil im Frühjahr durch die Früchte des Pilzes, welche sich auf den alten Blättern entwickeln, eine neue, reichliche Infection eingeleitet werden kann. Das Versetzen der Wildlinge allein sah ich ohne wesentlichen Erfolg ausführen, da an den nicht sehr stark zurückgeschnittenen Pflanzen sich noch zahlreiche Conidienheerde erhalten hatten.

Wenn man im Freien liegende, kranke Blätter im Dezember untersucht, findet man neben noch lebendigen Conidienlagern braune Kapseln (Fig. 6 k) im Gewebe angelegt. Diese Kapseln (Perithecien) halte ich für die Früchte der Morthiera, welche im April und Mai zur Reife gelangen. Die Perithecien sind in ihrer Größe ziemlich bedeutenden Schwankungen unterworfen; sie stellen dunkelbraune, entweder kugelrunde oder von oben nach unten zusammengedrückte, meist einzeln, bisweilen auch zu wenigen neben einander liegende Kapseln von 0,075—0,175 mm, ja in einzelnen Fällen bis 0,2 mm Durchmesser dar. Man findet sie meist entweder zwischen den auseinander gedrängten Zellen des Pallisaden-Parenchyms der Oberseite, oder zwischen den Epidermiszellen und der oberen Wandung der Pallisadenzellen; im ersteren Falle sind sie äußerlich nicht erkennbar; im andern Falle bildet die Epidermis eine deutliche Auftreibung, da sie bei dem Wachsthum der Frucht in einer Ausdehnung von etwa dem dreifachen Kapseldurchmesser von den etwas von oben nach unten zusammengedrückten Pallisadenzellen abgehoben wird. Die braune Kapselwand erscheint unregelmäßig gefeldert; der Durchmesser der größeren Felder beträgt etwa 0,0075 mm. Im Januar erkennt man in den größten der um diese Zeit ausgebildeten, mehrschichtigen Perithecien an der Basis ein weißes, weiches, stromatisches, kleinzelliges Gewebe, von welchem

sich dünne, schlanke, zahlreiche Fäden von ungefähr 0,0015—0,0025 mm Durchmesser annähernd senkrecht oder etwas kegelförmig gegen einander geneigt erheben. Es sind dies die jungen Schläuche.

Je nach der Größe der Kapseln schwankt auch die Größe der reifen Schläuche und der sparsam zwischen ihnen vertheilten Paraphysen. (Fig. 9 p.) Die keuligen, doppelt contourirten Schläuche (Fig. 9 s) sind oft nur 0,062 bis 0,075 mm lang und haben eine im oberen Drittel auftretende größte Breite von 0,012—0,015 mm. Die in ihnen dicht gedrängt in 2 Reihen liegenden 8 Sporen (sp) sind farblos, spitz-eirund bis stumpf-keulenförmig, durch eine Querwand in 2 ungleiche Hälften getheilt, bisweilen leicht gekrümmt, an der Querwand etwas eingeschnürt, 0,018—0,02 mm lang und dann 0,006—0,0075 mm breit. Die größeren Kapseln besitzen Schläuche von 0,1 bis 0,11 mm Länge und 0,022—0,025 mm Breite, mit Sporen von 0,025 mm Länge und 0,0075 mm größtem Breiten-Durchmesser. Die Paraphysen entspringen büschelförmig aus der Basis der Kapsel; sie sind bald fadenförmig, bald an der Spitze keulig angeschwollen bis verkehrt flaschenförmig und entspringen bisweilen zu zweien auf einem gemeinschaftlichen Stiele. (Fig. 9 p.)

Die etwas kürzeren Schläuche sind bei der Reife im oberen Theile stumpfkegelförmig und an der Spitze leicht papillenartig vorgezogen; dieser vorgezogene Theil öffnet sich mit einem kreisrunden Loche (o), aus welchem die Sporen in einer Reihe ausgestoßen werden. Nach der Sporen-Entleerung werden die Schläuche längsfaltig.

Die reifen, in größeren Massen matt gelbbraun erscheinenden Sporen keimen bisweilen schon im Schlauche, indem sie (meist aus der kleineren Hälfte) an beliebiger Stelle einen verhältnißmäßig dicken, farblosen Keimfaden entwickeln. (Fig. 9 k).

Die Keimung wurde im Mai beobachtet, und um diese Zeit gewahrte man auch die ersten Anzeichen der neuen Blatterkrankung. Man sieht, daß selbst, wenn die Conidien nicht lebensfähig überwinterten oder an den jungen Stengeln sich nicht angesiedelt hätten, der Parasit durch die Früchte unbeschadet durch den Winter käme und im Frühjahr sofort bei der Entfaltung des Laubes sein Zerstörungswerk beginnen könnte.

Nach diesen Früchten, die sich als gedeckte Kapseln ohne deutliche Mundöffnung mit büschelig gestellten, achtsporigen Schläuchen und zweitheiligen, ungleichhälftigen Sporen charakterisiren, dürfte der Pilz fortan zu Stigmatea zu ziehen sein. Sphaerella Pyri Awd., welche hier zum Vergleich in Betracht käme, war mir nicht zugänglich.

# I. Anhang.

## Sphaeropsideae, Sphaerioideae.

Im Anschluß an die Sphärelloideen müssen wir jetzt eine Anzahl Pilzformen anführen, deren Zusammengehörigkeit mit vollkommenen Kapselfrüchten noch nicht festgestellt ist, von denen aber vermuthlich eine Anzahl zu einigen der bereits früher genannten, auf faulenden Pflanzentheilen gefundenen Perithecien gehörig sich später herausstellen wird.

Die Sphäropsideen haben noch Kapseln; aber dieselben enthalten keine Schläuche, sondern frei auf mehr oder weniger entwickelten Sterigmen erzeugte Sporen. Es sind also Knospenbehälter, die wir als Spermogonien und Pycniden von Pyrenomyceten ansehen müssen. Grade diese unvollkommenen Formen erscheinen häufig auf lebenden Pflanzentheilen, so daß an ihrem Parasitismus nicht zu zweifeln ist. Die Pilze stellen harte, hautartige bis kohlige, schwarze (niemals fleischige noch leuchtend gefärbte) einzelnstehende Kapseln dar. In der Aufzählung folgen wir Saccardo[1]).

a) Hyalosporae.

**Phyllosticta** Pers.

Phyllosticta. Punktartige, linsenförmige, zarthäutige, mit einem Porus sich öffnende Kapseln mit oblongen oder eiförmigen, sehr kleinen, farblosen, einzelligen Sporen auf scharf umgrenzten (meist kreisförmigen) verfärbten Blattstellen; sie stellen dar eine Reihe von

Fleckenkrankheiten.

Auf Acer. Phyll. Pseudoplatani Sacc., P. Platanoides Sacc., P. Negundinis Sacc., P. fallax Sacc. auf Acer Pseudoplatanus. — P. acericola C. et E, P. Aceris Sacc. auf A. campestris. — P. destruens var., Aceris platanoidis Desm.

Auf Acorus Calamus. P. acorella Sacc. und P. Acori Oud.

Aesculus. P. Paviae Desm. auf Pavia macrostachya. P. aesculicola Sacc. auf Aesculus Hippocastanum.

Ailanthus. P. Ailanthi Sacc.

Alnus. P. alnigena Thüm. auf Alnus cordifolia.

Aloe. P. Aloes Kalch. auf Aloe latifolia.

Althaea. P. althaeina Sacc. auf Althaea rosea. P. destructiva Desm. auf Malva, Althaea, Lycium und Evonymus.

Armeniaca. P. Vindobonensis Thüm. auf den Früchten der Aprikosen.

Atriplex. P. Atriplicis Desm. auf Atriplex und Chenopodium.

Aucuba. P. aucubicola Sacc. auf Aucuba japonica.

Batatas. P. bataticola Ell. et M. und Batatae Thüm. auf Blättern von Batatas edulis.

Berberis. P. Westendorpii Thüm. auf Berberis vulgaris und altaica. P. Berberidis Rabh. auf Berberis vulgaris.

Beta. P. Betae Oud. auf kultivirter Beta vulgaris.

Betula. P. betulina Sacc. auf Blättern von Betula alba in Gemeinschaft mit Sphaerella maculiformis, deren Spermogonium die P. darzustellen scheint.

---

[1]) Sylloge fungorum. Vol. III. Patavii 1884.

Brassica. P. Napi Sacc. auf Brassica Napus. P. Brassicae West. auf Br. Napus und oleracea.

Buxus. P. limbalis Pers. und P. buxina Sacc. auf Buxus sempervirens.

Camellia. P. Camelliae West. auf Kulturpflanzen von Camellia japonica.

Campanula. P. Campanulae Sacc. auf Camp. Trachelium und glomerata.

Cannabis. P. Cannabis Speg. auf Cannabis sativa.

Caragana. P. gallarum Thüm. und Borszczowii Thüm. auf Caragana arborescens.

Carpinus. P. Carpini Schulz und P. carpinea Sacc. auf Carpinus Betulus.

Castanea. P. maculiformis Sacc. auf Castanea vesca; scheint das Spermogon von Sphaerella macul. zu sein.

Celosia. P. Celosiae Thüm. auf Blättern von Celosia cristata.

Chenopodium. P. Chenopodii Sacc. auf verschiedenen Arten von Chenopodium.

Cheiranthus. P. Cheiranthorum Desm. (vielleicht eine Cercospora) auf Blättern verschiedener Arten von Cheiranthus.

Citrus. P. disciformis Penz. und ocellata Pass. auf Blättern von Citrus Limonum. P. micrococcoides Penz. in Gemeinschaft mit Septoria Tibia Penz. tötet junge Blätter von Citronen. P. Hesperidearum Penz. (Phoma Hesperidearum Catt.) auf lebenden Blättern der Hesperides.

Cocos. P. Cocos Cooke auf Blättern von Cocos nucifera.

Cornus. P. cornicola Rabh. und P. Corni West.; Erstere auf Cornus sanguinea, sericea und paniculata, Letztere auf Cornus alba.

Corylus. P. Coryli West. und P. corylaria Sacc. auf Blättern von Corylus Avellana.

Crataegus. P. Crataegi Sacc. (Cheilaria Crataegi Cooke) auf Crataegus in Amerika und P. crataegicola Sacc. auf Crataegus Oxyacantha.

Cucurbita. P. Cucurbitacearum Sacc. auf Blättern von Cucurbita Pepo.

Cydonia. P. Cydoniae Sacc. (Cheilaria Cydoniae Desm.) auf welkenden Blättern von Cydonia.

Cytisus. P. laburnicola Sacc. und P. Cytisi Desm. auf Blättern von Cytisus Laburnum, P. cytisella Sacc. auf Cytisus nigricans.

Daphne. P. Laureolae Desm. auf welkenden Blättern von Daphne Laureola.

Delphinium. P. Ajacis Thüm. auf lebenden Blättern von Delphinium Ajacis.

Dianthus. P. Dianthi West. auf Dianthus barbatus.

Dracaena. P. Draconis Berk. auf Blättern von Dracaena Draco.

Eucalyptus. P. Eucalypti Thüm. auf Eucalyptus Globulus.

Evonymus. P. Evonymi Sacc., P. evonymella Sacc., nemoralis Sacc. auf Blättern und P. aliena Sacc. (Sphaeria aliena Fr.) auf Zweigchen von Evonymus europaeus. P. pustulosa S. et R. und Bolleana Sacc. auf Blättern von Evon. japonicus.

Faba. P. Fabae West. auf Blättern von Faba vulgaris.

Fraxinus. P. fraxinicola Curr. und P. osteospora Sacc. auf Blättern verschiedener Arten von Fraxinus.

Hedera. P. hedericola Dur., P. Hederae Sacc. in Begleitung von Phoma cylindrospora, P. concentrica Sacc. auf Blättern von Hedera Helix.

Helleborus. P. helleborella Sacc. auf Blättern von Helleborus viridis mit Sphaerella Hermione, deren Spermogonienform sie sein dürfte.

Humulus. P. Humuli Sacc. auf welkenden Blättern von Humulus Lupulus.

Ilex. P. Haynaldi Sacc. auf Blättern von Ilex Aquifolium.

Juglans. P. Juglandis Sacc. (Xyloma Jugl. DC.) und P. juglandina Sacc. auf Blättern von Juglans regia.

Laurus. P. nobilis Thüm., P. laurella Sacc. und Lauri West. auf Blättern von Laurus nobilis.

Ligustrum. P. Ligustri Sacc. und P. ligustrina Sacc. auf Ligustrum vulgare.

Lilium. P. liliicola Sacc. in Gemeinschaft mit Sphaerella Maturna Sacc. auf Blättern von Lilium candidum.

Liriodendron. P. Liriodendri Thüm. und P. liriodendrica Cooke auf lebenden Blättern von Liriodendron tulipifera.

Lonicera. P. vulgaris Desm. (P. Lonicerae West.) auf Lonicera Caprifolium, ciliatum, Periclymenum und Xylosteum. P. Caprifolii Sacc. (Depazea Cap. Opitz) in Gesellschaft von Sphaerella Clymenia auf Lonicera Caprifolium und Pallasii. P. nitidula Dur. auf Lonicera implexa.

Magnolia. P. Magnoliae Sacc. auf Magnolia grandiflora.

Mahonia. P. Mahoniae Sacc. auf abgefallenen Blättern von Mahonia Aquifolium.

Mespilus. P. Mespili Sacc. auf Mespilus germanica.

Morus. P. osteospora Sacc. außer auf Blättern von Morus und Rhamnus auch noch auf Populus nigra.

Myrtus. P. nuptialis Thüm. auf lebenden Blättern von Myrtus communis.

Nerium. P. Nerii West. auf Blättern von Nerium Oleander.

Nicotiana. P. Tabaci Pass. auf Blättern und P. capsulicola Sacc. auf den Samenkapseln von Nicotiana Tabacum.

Oncidium. P. Donkelaeri West. mit eirund cylindrischen Sporen auf Blättern von Oncidium.

Opuntia. P. Opuntiae Sacc. auf den Zweigen von Opuntia Ficus indica.

Paeonia. P. Paeoniae Sacc. auf Blättern von Paeonia corallina.

Persica. P. Persicae Sacc. auf der Blattoberseite von Persica vulgaris.

Petunia. P. Petuniae Speg. auf Gartenvarietäten von Petunia.

Phaseolus. P. phaseolina Sacc. auf Blättern von Phaseolus vulgaris und diversifolius.

Philadelphus. P. vulgaris var. Philadelphi Desm.; kommt außerdem noch auf Cerasus und Viburnum vor.

Pirus. P. Pirorum Cooke auf Birnenblättern in Amerika, P. pirina Sacc. in Gemeinschaft mit Sphaerella Bellona Sacc. auf Birnenblättern; kommt auch auf Apfelblättern vor. (Nach Kickx ist Depazea pirina Riess die Septoria Piri West. oder Sept. piricola Desm.).

Pisum. P. Pisi West. auf der Blattunterseite von Pisum sativum.

Platanus. P. Platani Sacc. auf der Blattunterseite von Platanus orientalis.

Polygonum. P. Polygonorum Sacc. auf Blättern von Polygonum Persicaria.

Polygonatum. P. cruenta Sacc. (Sphaeria cruenta Fr.) auf Blättern von Polygonatum multiflorum und andern Smilacineen.

Populus. P. populea Sacc. auf der Blattoberfläche von Populus alba. P. bacteriiformis Sacc. (Ascochyta bact. Pass.) und P. populina Sacc. (Depazea pop. Sacc.) in Gemeinschaft mit Septoria Populi Desm. auf Blättern von Populus nigra. P. Populorum Sacc. auf Blättern von Populus balsamifera.

Portulaca. P. Portulacae Sacc. auf Blättern von Portulaca oleracea.

Primula. P. primulicola Desm. auf Blättern von Primula veris und elatior.

Prunus. P. Laurocerasi Sacc. auf abgefallenen Blättern von Prunus Laurocerasus. P. serotina Cooke auf Blättern von Prunus serotina. P. Mahaleb Thüm. auf lebenden Blättern von Prunus Mahaleb. P. prunicola Sacc. (Depazea prunic. Opiz) auf der Blattoberseite von Pr. domestica und Cerasus. Eine Form auf Blättern von Pirus Malus scheint als Spermogonium zu Leptosphaeria Pomona zu gehören. Auf faulenden Sauerkirschenblättern findet sich P. cerasella Speg.

Punica. P. punica Sacc. auf Blättern von Punica Granatum.

Quercus. P. Quercus Sacc. auf welkenden Eichenblättern. P. globulosa Thüm. auf lebenden Blättern von Qu. pedunculata. P. ilicina Sacc. und P. Quercus-Ilicis Sacc. auf Blättern von Quercus Ilex. P. phomiformis Sacc. auf Qu. alba. P. vesicatoria Thüm. auf Qu. cinerea. P. quernea auf lebenden Blättern von Quercus pubescens. P. Quercus rubrae W. R. Ger. auf Qu. rubra in Nordamerika.

Ranunculus. P. Ranunculorum Sacc. in Gemeinschaft mit Didymaria Ungeri Cda. auf Ranunc. repens. P. Ranunculi Sacc. (Ascochyta Ranunculi Fuck.) auf Ran. acer.

Rhamnus. P. Rhamni West. auf Blättern von Rhamnus Frangula und Alaternus. P. Frangulae West. auf Frangula. P. Cathartici Sacc. auf Rh. cathartica.

Rhododendron. P. Rhododendri West. auf Blättern von Rhod. arboreum. Ph. Saccardoi Thüm. auf Rh. ponticum.

Rhus. P. Rhois West. auf Rhus Cotinus. P. rhoina Kalch. auf Rhus laevigata. P. Toxicodendri und P. toxica Ell. auf Blättern von Rhus Toxicodendron.

Ribes P. ribicola Sacc. (Depazea rib. Fr.) auf Blättern von Ribes rubrum (ähnlich dem Gloeosporium Ribis Lib.). P. Grossulariae Sacc. auf der Blattoberseite von Ribes Grossularia.

Robinia. P. Robiniae Sacc. (Ascochyta Rob.) auf Blättern von Robinia Pseud-Acacia.

Rosa. P. Rosae Desm. auf purpurumsäumten Flecken der Blätter bei Kulturvarietäten der Rosen.

Rubus. P. fuscozonata Thüm. auf lebenden Blättern von Rubus Idaeus. P. rubicola Rabh. (Depazea areolata Sacc.) auf der Blattoberseite von Rubus caesius. P. Ruborum Sacc. auf R. fruticosus.

Sambucus. P. Sambuci Desm. auf welkenden Blättern von Samb. Ebulus, nigra und racemosa.

Solanum. P. Aratae Speg. auf lebenden Blättern von Solanum glaucum. P. hortorum Speg. auf Solanum Melongena. P. Dulcamarae Sacc. gemeinsam mit Septoria auf Sol. Dulcamara. P. Pseudo-capsici Roum. auf Blättern von Sol. Pseudo-capsicum. P. Solani Ell. auf mehreren Arten von Solanum in Nordamerika.

Sorbus. P. Aucupariae Thüm. auf Sorbus Aucuparia. P. Sorbi West. auf S. Auc. und domestica.

Spiraea. P. Arunci Sacc. auf Spiraea Aruncus. P. Filipendulae Sacc. auf Sp. Filipendula. P. Ulmariae auf Sp. Ulmaria.

Tecoma. P. Tecomae Sacc., P. erysiphoides Sacc. als Spermogon von Sphaerella erysiph. Sacc. P. Henriquesii Thüm., sämmtlich auf Blättern von Tecoma radicans.

Tilia. P. Tiliae Sacc.

Tropaeolum. P. Tropaeoli Sacc. auf Blättern von Trop. majus.

Typha. P. Renouana Sacc. auf Blättern von Typha. P. typhina Sacc. auf Typha latifolia.

Ulmus. P. ulmicola Sacc. auf Blättern von Ulmus campestris.

Viburnum. P. tineola Sacc., tinea Sacc. und Roumeguérii Sacc. auf Viburnum Tinus. P. Opuli Sacc. auf V. Opulus.

Viola. P. Violae Desm. auf Blättern von Viola odorata und in einer Form auf V. tricolor.

Vitis. P. viticola Sacc., P. Vitis Fuck. auf Vitis vinifera. P. Labruscae Thüm. auf lebenden Blättern von Vitis Labrusca. P. viticola Thüm. auf Vitis vulpina.

**Depazea** Fr.

Unter diesem Namen werden hier solche Blattfleckenkrankheiten zusammengefaßt, bei denen noch keine Sporen aufgefunden worden, somit die Stellung selbst unter den Sphäropsideen zweifelhaft bleibt. Es gehören hierher D. adoxicola, Agrimoniae, Asperulae, Acetosae, Aquilegiae, Arecae; ferner D. balloticola, calthaecola, Coluteae, carpinea, Cypripedii, gentianaecola, Impatientis, Lychnidis, Lythri, Lycoctoni, Meliloti, Pyrolae, Palmarum, polygonicola, Trientalis u. A. Die Nährpflanzen ergeben sich aus dem Speziesnamen

**Phoma** Fr.

Eine Spermogonienform der weitesten Verbreitung. Die derb-hautartigen, unter der Oberhaut liegenden, mit einer Papille versehenen Perithecien stehen nicht auf scharf umgrenzten, gehöften Flecken. Die Sporen sind eirund, cylindrisch oder spindelförmig, selten kugelig, farblos, einzellig.

Von den von Saccardo aufgeführten 638 Arten erwähnen wir nur einzelne Beispiele. Von den zweigbewohnenden Arten gehören viele als Spermogonien zur Gattung Diaporthe wie Phoma Cassiae, Coluteae, Spartii, Sophorae, Siliquastri, Sarothamni, sambucella, berberina, Mali, Rosae, syringina, Citri, Nerii, Rhois, ribesia, Poinsettiae, Escalloniae, Tecomae, Rosmarini, tamaricina, juglandina, quercella, populicola (zu Dothiorella), salicina, alnea.

Unter den Blattbewohnern sind die meisten ebenso wie die Vorigen auf dem todten Organe zu finden. Einzelne werden indeß auf lebenden Blättern angegeben. So z. B. Ph. Bolleana auf Hoya carnosa, Ph. dendritica auf Quercus nigra, Ph. eucalyptidea auf Eucalyptus Globulus, Ph. Negriana auf Vitis vinifera eine Krankheit „Giallume“ erzeugend.

Eine auch in Deutschland weit verbreitete Weinkrankheit ist

## Der schwarze Brenner der Reben (Anthracose).

Die in den Weinbaugegenden von jeher bekannte Krankheit tritt auf allen grünen Theilen des Weinstocks in Form schwarzer, sich z. Th. allmählich vertiefender Flecke auf, die Aehnlichkeit mit Hagelbeschädigungen haben.[1] Zunächst zeigen sich auf der Oberfläche dunkel verfärbte Stellen, deren Rand sich immer weiter ausdehnt, während das Centrum unter weißlicher Verfärbung zu vertrocknen und einzusinken beginnt. Der schwarzbraune Rand der auf diese Weise geschwürartig erscheinenden Stelle ist etwas verdickt; die an und für sich

---

[1]) R. Göthe: Mittheilungen über den schwarzen Brenner und den Grind der Reben. Leipzig, Voigt, 1878.

Maxime Cornu: Anatomie des lésions déterminées sur la vigne par l'anthracnose Bull. de la Soc. bot. de France 26. Juillet 1878.

etwa nur einige Millimeter Durchmesser erhaltenden, erkrankten Stellen fließen leicht zu größeren Geschwüren zusammen.

Schon in den ersten Stadien der Verfärbung findet man dünne, verzweigte Mycelfäden, die theils in die Epidermis sich eingebohrt, theils innerhalb der Zellen sich bereits ausgebreitet zeigen und mit ihrem Weiterrücken die kranke Stelle vergrößern. An älter gewordenen Brennerstellen sendet das Mycel dichte, kleine Büschel kurzer Aeste aus, welche über die Oberfläche hervortreten und an ihren Spitzen zahlreiche, länglich cylindrische, farblose, dünnwandige Conidien abgliedern; diese erscheinen mit einer gummiartigen Substanz umgeben, welche sie bei Trockenheit zusammenkittet und erst bei Wasserzutritt sich löst. Impfversuche von de Bary und Göthe in der Weise ausgeführt, daß Conidien haltende Wassertröpfchen auf in Glasgefäßen abgesperrte und feucht gehaltene Zweige aufgebracht wurden, ergaben 8 Tage nach der Aussaat neue Brennerflecke.

Dort, wo die befallenen Pflanzentheile dünn sind, sterben sie in Folge der Vegetation des Pilzes, der den Namen Sphaceloma ampelinum de By. (Asteroma viniperda Thüm.) erhalten, ab. An kräftigen Zweigen aber dringt das Mycel tiefer in die Rinde ein und bildet dichtere Fadenmassen, die oft ein starkes Anschwellen des Rindengewebes veranlassen. Im Innern des kapselartigen Pilzgewebes entstehen gegen Ende des Winters Höhlungen, in denen nun ganz ähnliche Sporen, wie im Sommer auf den frei hervortretenden Fäden gebildet werden. Diese Entwicklungsform würde nun die Gattung Phoma darstellen und der Vorläufer einer vollkommenen Fruchtform sein, die aber bis jetzt noch nicht festgestellt ist. Ob die hier auftretende Phoma identisch mit der auf amerikanischen Reben beobachteten Phoma ampelinum oder Naemaspora ampelicida Engelm. ist, kann vorläufig nur als wahrscheinlich hingestellt werden.

Mit der Phoma uvicola, die auf den Samenkernen der amerikanischen Weinbeeren vorkommt und als Ursache einer mit „Black-Rot“ bezeichneten Krankheit angesehen wird, ist nach Prillieux's[1]) Untersuchungen unser Pilz nicht identisch. Wahrscheinlich aber haben wir es mit derselben Krankheit zu thun, die von Meyen schon in den dreißiger Jahren dieses Jahrhunderts gekannt und 1841 als „Schwindpockenkrankheit“ beschrieben worden ist.

Bei den Mitteln zur Bekämpfung und Verhütung werden wir in erster Linie die Verbreitungsweise des Pilzes in's Auge zu fassen haben. Schnell ausbreiten kann sich der Pilz nur, wenn feuchte Witterung das die einzelnen Knospen verklebende Gummi auflöst. Insofern ist also feuchtes Wetter ein sehr begünstigender Umstand. Wenn man nun auch bei den Kulturen im Großen nicht die Niederschläge von den befallenen Stöcken abhalten kann, so kann man

---

[1]) Prillieux: L'anthracnose de la vigne observée dans le centre de la France. Bull. de la soc. bot. de France. 14. Nov. 1879.

doch durch stärkere Lichtung des Laubapparates ein schnelleres Abtrocknen und reichlichere Durchlüftung der Pflanzen ermöglichen. Ferner wird man, soweit es irgend thunlich, alle erkrankten Theile fortschneiden und verbrennen müssen. Da, wo altes, nothwendig zu erhaltendes Holz sich erkrankt zeigt, mag man ein in neuerer Zeit vielfach empfohlenes Mittel versuchen.[1]) Man löse 500 g Eisenvitriol im Liter Wasser und wasche mit dieser Lösung die Reben nach dem Schnitt und 14 Tage vor dem Austreiben. Prillieux erinnert übrigens daran, daß ein ähnliches Mittel schon vor hundert Jahren im Departement Vendôme zur Anwendung gekommen war. Man goß dort scharfen Essig auf Ockererde und verstrich alle Wunden mit diesem essigsaures Eisen enthaltenden Brei.

Die gewöhnlichste Art ist Phoma herbarum, die in verschiedenen Formen auf zahlreichen Gattungen vieler Familien vorkommt.

Von den auf Früchten und Blüten angesiedelten Arten nennen wir Ph. leguminum auf Hülsen von Cercis, Robinia, Gleditschia, Laburnum, Ph. Cucurbitacearum auf lebenden Früchten von Cucurbita, Momordica u. A., Ph. uvicola und uvarum auf Weinbeeren, Ph. conorum auf Schuppen von Abies (Spermogonienform zu Diaporthe conorum) Ph. galbulorum in den Früchten von Juniperus, Ph. glandicola auf Eicheln, Ph. Juglandis auf unreifen, geschwärzten Nüssen von Juglans, Ph. pomorum auf lebenden Früchten von Pirus Malus.

Bei den Monocotylen kommen vor Ph. Palmarum, Pandani, alliicola, Liliacearum, crocophila auf Zwiebeln von Crocus sativus, die von der „Tacon" genannten Krankheit heimgesucht sind, Ph. Gladioli, Yuccae, Dasylirii, smilacina, Convallariae (zu Diaporthe), Musae, Oncidii, Orchidearum. Ph. Hennebergii auf den Klappen und Spitzen von Sommerweizen.

**Chaetophoma** Cooke

ist eine Phoma, die zwischen deutlichem, braunschwarzem Mycelgeflecht dem Pflanzentheile oberflächlich aufsitzt. Sporen sehr klein, oval oder ellipsoidisch. Ch. foeda Sacc. (Spermogonienform von Capnodium foed.) auf Blättern und lebenden jungen Zweigen von Nerium Oleander. — Ch. Penzigi Sacc. (Pycnide von Meliola Penzigi) auf lebenden Citrusblättern schwarze Ueberzüge bildend, welche eine „Morfea" von den Italienern genannte Krankheit darstellen, während die Aschenkrankheit, „Cenere" der Citrus-Arten durch Ch. Citri Sacc., die Pycnidenform von Meliola Citri Penz. hervorgebracht wird (nach Saccardo). — Ch. Musae Cooke erzeugt nebst cladosporiumartigen Hyphen (Cladosporium pannosum Cooke) auf den Blättern von Musa braunschwarze, stumpfe Flecke. — Ch. Sabal Cooke bringt sammetartige, braune Flecke auf Sabal hervor; die Conidienform gleicht einem Macrosporium. — Ch. Cycadis Cooke in Gemeinschaft mit der Fadenpilzform Macrosporium commune veranlaßt auf der Unterseite der Fiedern von Cycas zerstreute, braune Flecke.

**Asteroma** DC.

Das scheinbar oberflächlich die Pflanzentheile überziehende Mycel bildet schwarze Flecke mit sternartig ausstrahlenden Randpartieen (Sternrußthau). Die sehr kleinen Perithecien enthalten meist farblose, eirunde oder kurzcylindrische Sporen.

---

[1]) Journal d'agriculture pratique. 1883. Tom. I. No. 3, 6 etc., cit. Biedermann's Centralbl. 1883, S. 633.

Von Fuckel und Saccardo werden z. B. angeführt A. Rubi Fuck. auf Rubus Idaeus. — A. geographicum Desm. auf Blättern von Sorbus Aria und torminalis, Pirus Malus und Prunus serotina, virginiana und lusitanica. — A. atramentarium Berk. auf Amelanchier und Pirus arbutifolia. — A. punctiforme Berk. auf Rosen in Nord-Amerika. — A. Dianthi Cooke auf Blättern und Stengeln von Dianthus.

**Vermicularia** Fr.

Die schwarze, ähnlich wie bei Asteroma sich verhaltende, perithecienartige Decke reißt bei der Reife meist auf und läßt ein von braunen, steifen, septirten Haaren umgebenes Sporenlager erkennen. Die farblosen, einzelligen (vielleicht auch zweizelligen) Sporen sind meist spindelförmig.

V. Grossulariae Fuck. siedelt sich auf unreifen Stachelbeeren (Ribes Grossularia) an und erzeugt braune, sich schnell ausbehnende Flecke. In Folge der Pilzeinwanderung fallen die Früchte ab. — V. trichella Fr. auf Blättern von Hedera, Pirus Malus und communis, Castanea, Salix, Smilax, Arum, Evonymus u. A. — V. atramentaria auf Stengeln von Solanum tuberosum. — V. religiosa Thüm. auf lebenden Blättern von Ficus religiosa. — V. Balsamitae (?) Schw. bildet Flecke auf Impatiens Balsamina. — V. Ipomaearum Schw. auf Stengeln von Ipomaea purpurea und coccinea. — V. Cucurbitae Cooke auf Früchten von Cucurbita. — V. Colchici Fuck. auf welkenden Blättern von Colchicum autumnale, eine Form davon kommt auf Bromelia vor. — V. Peckii Sacc. veranlaßt eine Durchlöcherung der Blätter von Trillium erythrocarpum. — V. concentrica Lév. auf Blättern von Dracaena umbraculifera. — V. Liliacearum West. in Stengeln von Liliaceen. — V. Melicae auf lebenden Blättern von Melica uniflora. —

b) Sphaerioideae Phaeosporae Sacc.

**Coniothyrium** Cda.

Die schwarzen, kugeligen Perithecien entlassen durch eine papillenförmige Mündung eirunde, kugelige oder ellipsoidische, einzellige, braune Sporen. Die Pilze kommen meist auf schon abgestorbenen Pflanzentheilen vor, indeß ist es wahrscheinlich, daß in vielen Fällen die Ansiedlung auf den noch lebenden Gewebetheilen erfolgt. C. Fuckelii Sacc. auf welken und todten Zweigen von Rubus, Ampelopsis, Citrus, Robinia, Rosa u. A.; ist die Spermogoniumform von Leptosphaeria Coniothyrii. — C. Bergii Speg. auf lebenden Dornen von Berberis heterophylla. — C. Jasmini Sacc. auf lebenden Zweigen von Jasminum officinale. — C. Diplodiella Sacc. (Phoma D. Speg.) auf reifen Beeren von Vitis vinifera. — C. microscopicum Sacc. (Spermogon von Cookella) auf der Blattunterseite welkender Eichenblätter. — C. concentricum Sacc. (Phoma conc. Desm.) in Blättern von Yucca, Fourcroya, Agave. — C. Palmarum auf welkenden und absterbenden Blättern von Chamaerops und Phoenix. — C. borbonicum Thüm. auf lebenden Blättern von Lantania borbonica.

c) Sphaerioideae Phaeodidymae Sacc.

**Diplodia.** Fr.

Perithecien später hervorbrechend, schwarz, gehäuft, kugelig, mit kurzer Papille. Sporen lange farblos und scheidewandlos erscheinend, später olivenbraun und zweifächerig. Mehrfach als Pycnidenform von Cucurbitaria erkannt. D. Pseudo-Diplodia Fuck. auf noch nicht abgestorbenen und auch trocknen Zweigen von Pirus Malus und communis. Auf abgestorbenen Nährpflanzen haben wir D. Rosarum, Acaciae, Gleditschiae, Sophorae, viticola, Tiliae, Aesculi, Pruni, Rubi, Cydoniae, Crataegi, Persicae, Amygdali, Cerasorum (zu Massariella)

spiraeina (zu Otthia) u. s. w. (nahezu an 300 Arten) Thomas[1]) erklärt den Holzkropf der Zitterpappel für die Folge der Einwanderung einer Diplodia durch die Blattnarbe oder auch durch die Lenticellen an älteren Zweigen. Die Holzkröpfe stehen immer in größerer Anzahl zusammen, sind meistens von der Größe einer Haselnuß, aber auch bis zu 60 cm Durchmesser gefunden worden und erheben sich scharf abgesetzt vom Zweige, während die von Saperda populnea veranlaßten Anschwellungen spindelförmig sind und allmählich verlaufen. Der Aspenholzkropf entwickelt sich alljährlich weiter, was bei Insekten-Gallen nicht der Fall ist. Die ersten Anfänge zeigen sich im Rindenparenchym und stellen kleine Auftreibungen dar. Auf der Rinde der Kropfgeschwülste erscheinen die Diplodiakapseln, die sonst am Baume nicht zu finden sind.

d) Sphaerioideae Hyalodidymae Sacc.

**Ascochyta** Lib.

Die linsenförmigen, mit kleinem Porus sich öffnenden, hautartigen Perithecien, die auf meist scharf abgegrenzten, verfärbten Flecken entstehen (ähnlich wie Phyllosticta), enthalten eirunde oder oblonge, zweifächerige, farblose oder grünlich-graue Sporen.

A. Ellisii Thüm. auf lebenden Blättern von Vitis Labrusca. — A. ampelina Sacc. an lebenden Blättern und Ranken von Vitis vinifera. — A. maculans Fuck. an lebenden Blättern von Hedera Helix. — A. piricola Sacc. auf der Blattoberseite von Pirus communis; ist Spermogon von Leptosphaeria pusilla. — A. chlorospora Speg. auf welkenden Blättern von Prunus domestica. — A. Puiggarii Speg. auf lebenden Blättern von Myrtaceen. — A. Cherimoliae Thüm. auf lebenden Blättern von Anona Cherimolia. —

Die Nährpflanzen ergeben sich aus den Speziesnamen bei folgenden Arten: Ascochyta Robiniae Sacc., rosicola Sacc., Crataegi Fuck., Philadelphi Sacc., Orni Sacc., Ligustri Sacc., Viburni (Opuli) Sacc., Lantanae Sacc., Tini Sacc., Sambuci Sacc. Periclymeni Thüm., Weigeliae Sacc., cornicula Sacc., aucubicola Wtr., Citri Penz., Elaeagni Sacc., Calycanthi Sacc., Oleandri Sacc, ulmella Sacc., buxina Sacc., carpinea Sacc., Coryli Sacc., Quercus Sacc, populina Sacc., Tremulae Thüm., clematidina Thüm., Hellebori Sacc, Trollii Thüm, Aquilegiae Sacc., Nymphaeae Pass., Violae Sacc., Armoraciae Fuck., Brassicae Thüm., Pisi Lib., Phaseolorum Sacc., Dianthi Berk., Fragariae Sacc., althaeina Sacc., malvicola Sacc., Scabiosae Rabh., physalina Sacc., Petuniae Speg., Nicotianae Pass. Daturae Sacc., Digitalis Fckl., Erythronii Sacc., graminicola Sacc., Oryzae Catt., Sorghi Sacc.

**Actinonema** Fr.

Unterscheidet sich von der Gattung Asteroma hauptsächlich durch die zwei und mehrzelligen Sporen.

Actinonema Rosae Fr. (Asteroma radiosum Fr.) der Sternrußthau der Rosen, ist die wirthschaftlich bedeutendste Krankheit, da sie eine vorzeitige Entblätterung bei den kultivirten, namentlich den Remontantrosen hervorruft. Die Blätter erhalten auf der Oberseite im Sommer dendritische Flecke von schwarzer Farbe durch das Mycel des Pilzes, welches auch unterhalb der Cuticula auf der Außenwand der Epidermiszellen hinläuft und die Entstehung einer vergilbten Zone um den schwarzen, centralen Theil einleitet. Dabei dringen auch die Pilzfäden in das Blattinnere ein und führen der oberflächlichen Schicht Nahrung zu. Diese vermehrt sich zu einem Lager, das die Epidermiszellen unter sich zusammendrückt und entwickelt auf diesem Lager die dicht neben einandergestellten, ovalen, zweitheiligen Sporen. Bei der Vergrößerung derselben wird

---

[1]) Verhandl. des bot. Ver. d. Prov. Brandenburg 1874, S. 42.

die mycelbekleidete Cuticula gesprengt und zurückgeschlagen, so daß nun die Knospen wie in einer geöffneten wirklichen Kapsel liegen. Diese Sporen keimen bald und verbreiten die Krankheit in kurzer Zeit. Namentlich in Gegenden mit langanhaltender, schöner Herbstwitterung wird die Krankheit äußerst lästig. Durch die frühe Entlaubung nämlich kommen die Rosen in eine vorzeitige Ruhe und beginnen bei der eintretenden Herbstfeuchtigkeit nun aus den oberen Augen der Zweige einen neuen Trieb, der häufig durch Frost oder Fäulniß im Winter unter der Decke zu Grunde geht. Wenn es nicht gelingt, durch Entfernung der Blätter zur Zeit, wenn die ersten Flecke sich zeigen, der Krankheit Einhalt zu thun, dann empfiehlt sich, im September die Spitzen der Triebe abzuschneiden. Dadurch werden die zum Austreiben am meisten geneigten, oberen Augen entfernt und die unteren schwellen wohl an, aber entwickeln sich nicht mehr zu Trieben, was für die nächste Vegetationsperiode nur von Vortheil ist. Sehr deutlich sieht man hier übrigens die Fernwirkung des Pilzes; es fallen nämlich auch solche Blätter ab, die an der Blattbasis nicht pilzhaltig und in ihrer Blattfläche nur mäßig schwarzfleckig sind. Die den Blattfall meiner Meinung nach einleitende Unthätigkeit der Blattfläche muß also weit über die mycelbesetzten Stellen hinausgehen. Man erkennt dies auch an den nicht selten auftretenden, breiten, gelben Zonen um die eigentlichen Pilzheerde.

Wie bei den Rosen ist die Entwicklung bei Asteroma Padi DC. auf Prunus Padus, dessen Blätter durch den Pilz gänzlich zerstört werden; die vom Schmarotzer heimgesuchten Stellen vertrocknen bei dem Aelterwerden und zerbröckeln.

Hierher gehört auch noch A. Crataegi Pers. auf der Blattoberseite von Sorbus torminalis und Viburnum Opulus.

e) Sphaerioideae Phragmosporae Sacc.

**Hendersonia** Berk.

Eine weit verbreitete Form, deren Perithecien unter der Oberhaut der Pflanzentheile angelegt werden und durch eine deutliche Mundöffnung die oblongen oder spindelförmigen, zwei bis vielzelligen, braunen Sporen entlassen. Die früher hinzugezogenen Formen mit gewimperten Sporen sind jetzt zur Gattung Cryptostictis gebracht worden. Indeß findet man bei manchen Arten in demselben Lager bewimperte und unbewimperte Knospen.

Hendersonia vagans Fckl. (H. Piri Fuck.) mit langgestielten, ellipsoidischen, 4fächerigen, mattbraunen Sporen ist häufig in der Zweigrinde von Prunus domestica, Pirus communis, Sorbus, Fraxinus, Salix u. A. — H. sarmentorum West. tritt in verschiedenen Formen auf Zweigen von Hedera, Ampelopsis, Rubus, Vitis, Jasminum, Acer, Ailanthus, Laurus, Berberis, Populus u. A. auf. Die Größe der 4fächerigen Sporen schwankt ungemein. H. vulgaris Desm. auf welkenden Blättern von Rubus und Populus. — H. maculans Lév. (Sporocadus maculans Cda) auf Blättern von Camellia und Quercus Ilex. — H. foliorum Fuck. mit etwas gekrümmten, oblongen Sporen auf Blättern von Cydonia, Prunus domestica, Populus nigra, Salix Caprea u. A. In Nord-Amerika ist auf den lebenden Blättern von Cydonia eine H. Cydoniae C. et. Ell. unterschieden worden. — H. piriçola Sacc. (Pycnidenform von Leptosphaeria Lucilla) auf lebenden Blättern von Pirus communis. — H. Mali Thüm. auf lebenden Blättern von P. Malus. — H. Torminalis Sacc. auf welkenden Blättern von Sorbus torminalis. — H. Rhododendri Thüm. auf lebenden Blättern von Rhododendron hirsutum. — H. foliicola Fuck. (Podisoma foliicolum Berk. — Pod. Juniperi b. minus Cda.) auf lebenden Nadeln von Juniperus communis. — H. circinans Sacc. (Pycnidenform von Byssothecium) auf Stengeln und Wurzeln von Medicago sativa. — H. Lupuli Moug. auf Zweigen von Humulus Lupulus. — H. culmicola Sacc. auf den Blatt-

scheiben von Brachypodium pinnatum und andern Gräsern. — H. carpinicola Sacc. (Pycnidenform von Massaria carp.) auf Zweigen von Carpinus Betulus. — H. polycistis B. et Br. Pycnidenform von Pseudovalsa lanciformis) auf trocknen Birkenzweigen.

**Cryptostictis** Fuck.
eine Hendersonia mit gewimperten Sporen.

C. Cynosbati Sacc. (Hend. Cyn. Fuck.) auf vertrocknenden Früchten von Rosa. Ich fand eine hierhergehörige Art auf braunen Rindenstellen kräftiger Triebe von Rosa canina und möchte dieselbe als Ursache des Absterbens einzelner Rindenpartien und als die Veranlassung tiefgehender Wundstellen der Achse ansehen. Die Wundstellen haben das Aussehen muldenartiger Vertiefungen, wie solche durch Reibung an andern Stämmen oder an Draht u. dgl. entstehen. Im beobachteten Falle waren die Wunden bei vielen Stämmen in einer Rosenschule annähernd in derselben Höhe vom Boden zu finden. Mycel war bis in den Markkörper hinein nachzuweisen. — C. Mariae Sacc. (Pestalozzia Mariae Clint.) auf Blättern von Rhododendron maximum in Nordamerika.

**Hendersonula** Speg.
kann eine Hendersonia genannt werden, welche in ein Dothidea-Lager eingesenkt ist. Die ellipsoidischen, vielfächerigen Sporen liegen in den Kammern des Lagers.

H. australis Speg. auf lebenden Blättern von Solanum boerhaviaefolium. — H. morbosa Sacc. bei der von Farlow beschriebenen Krankheit, Black Knot, auf Pflaumen vorkommend. Ist die Pycnidenform von Plowrightia morbosa.

f) Sphaerioideae Scolecosporae Sacc.

**Septoria** Fr.

Die kleinen, linsenförmigen Perithecien stehen häufig auch auf kreisförmigen, scharf umrandeten, im Centrum austrocknenden Blattstellen, wie bei Phyllosticta oder Ascochyta. Aber die Sporen sind langspindelförmig bis stabförmig, vielfächerig, farblos auf sehr kleinen, manchmal kaum angedeuteten Stielchen stehend. Es gehören z. Th. hierher die alten Gattungen Helicobolus Wallr., Filospora Preuss, Spilosphaeria Rabh., Ascospora Mont., Rhabdospora Dur. Man muß viele Spezies von der mehr als 500 Arten zählenden Gattung unbedingt zu den Parasiten rechnen, da sie auf lebenden, allerdings vielleicht durch andere Einflüsse bereits irritirten Pflanzentheilen sich ansiedeln. Die durch den einzelnen Pilz verursachten Beschädigungen sind nicht groß, da das Mycel sich nur auf einer relativ kleinen Strecke ausbreitet. Dennoch sind die Septorien sehr beachtenswerthe Schädlinge, da sie nicht vereinzelt, sondern massenhaft auf dem Organ sich ansiedeln.

Von den auf Kulturpflanzen vorkommenden Arten werden manche nur durch die Größe und Fächerung der Sporen unterschieden. Es dürfte sich später herausstellen, daß die Nährpflanze die Sporenausbildung beeinflußt und daher viele der jetzt als Arten bezeichneten Septorien nur Standortsformen sind; nach dem jetzigen Standpunkte der Systematik führen wir an:

Abies. Sept. Pini Fuck. auf lebenden Nadeln, S. conigena auf Zapfenschuppen von Abies excelsa. Erstere ist Spermogonium von Hypoderma nervisequium.

Acer. Sept. Pseudoplatani Rob., S. seminalis Sacc. auf welkenden Cotyledonen von A. campestre u. A.

Aesculus. S. aesculina Thüm., S. Aesculi West. auf lebenden Blättern von Aesc. Hippocastanum.

Allium. S. Alliorum West. in Blättern von All. Porrum.

Alnus. S. Alni Sacc. auf welkenden, S. alnicola Cooke und alnigena Sacc. auf lebenden Blättern von Alnus glutinosa.

Armoracia. S. Armoraciae Sacc. (Ascochyta Arm. Fuck.) auf Blättern von A. rusticana.

Balsamina. S. Balsaminae Pass. auf welkenden Blättern von Balsamina hortensis.

Beta. S. Betae West. auf Kulturexemplaren von Beta.

Betula. S. Betulae West. und S. betulina Pass. auf Blättern von Betula alba. S. betulicola Peck auf Betula lutea. S. microsperma auf B. lenta.

Cheiranthus. S. Cheiranthi Rob. auf schlaffen Blättern von Cheiranthus Cheiri.

Cichorium. S. Endiviae Thüm. auf welkenden Blättern von Cichorium Endivia.

Citrus. S. Arethusa Penz. auf lebenden Citrusblättern in Kalthäusern. S. Limonum Pass. auf Blättern und unreifen Früchten der Citronen. S. Cattanei Thüm. auf lebenden Blättern von Citrus medica. S. Tibia Penz. auf Blättern von C. Limonum var. Limetta in Kalthäusern.

Clematis. S. Clematidis Rob. auf lebenden Blättern von Clematis Vitalba und glauca. S. Flammulae Pass. S. Clematidis-rectae Sacc. S. Viticella Pass. auf den durch den Speziesnamen angegebenen Nährpflanzen.

Convallaria. S. brunneola Niessl und S. Convallariae West. auf Convallaria majalis; Letztere auch auf Polygonatum.

Corylus. S. Avellanae B. et Br. auf Blättern von Corylus Avellana. S. corylina Peck. auf lebenden Blättern von Corylus rostrata.

Cucurbita. S. Cucurbitacearum Sacc. auf welkenden Blättern von Cucurbita Pepo, maxima und Bryonia dioica. S. vestita B. et. C. auf Kürbisfrüchten.

Cyclamen. S. Cyclaminis Dur. et Mont. auf Blättern von Cyclamen hederifolium und europaeum.

Cydonia. S. Cydoniae Fuck. auf welkenden Blättern von Cydonia vulgaris, S. cydonicola Thüm. (S. Bolleana Thüm.) auf lebenden Blättern derselben Pflanze.

Dianthus. S. Dianthi Desm. auf Blättern von D. barbatus, Armeria D. Saxifraga. S. Saponariae Desm. auf Saponaria officinalis und Silene inflata. S. dianthicola Sacc. auf D. Caryophyllus und barbatus. S. Sinarum Speg. auf lebenden Blättern von D. sinensis. S. calycina Kickx auf den Kelchen von D. Carthusianorum.

Ficus. S. Pipulae Cooke auf Blättern von Ficus religiosa. S. brachyspora Sacc. auf Blättern von Ficus elastica in Kalthäusern.

Fragaria. S. Fragariae Desm. (Ascochyta Fr. Lib.) auf welkenden Blättern von Frag. vesca und chilensis, auf Potentilla opaca u. A. S. aciculosa Ell. auf den kultivirten Erdbeeren in Nord-Amerika.

Fraxinus. S. Orni Pass. S. Fraxini Desm. und S. elaeospora Sacc. auf Fraxinus excelsior und Ornus.

Fuchsia. S. Fuchsiae auf Blättern von Fuchsia coccinea.

Humulus. S. Humuli West. auf welkenden Blättern von Humulus Lupulus.

Hydrangea. S. Hydrangeae Bizz. bildet braune, blutroth umsäumte Flecke auf den Blättern; die cylindrischen, geraden oder gekrümmten Sporen sind nicht septirt. Bizzozero[1]) giebt die Spezies als sehr schädlich an.

---

[1]) Fungi veneti novi vel critici. Separatabz. aus Atti del R. Instituto veneto di scienze t. III, ser. VI. S. 6. 1885.

Juglans. S. nigro-maculans Thüm. In der grünen Schale der reifen Früchte von Juglans regia; ebendaselbst kommt auch S. epicarpii Thüm. vor.

Lactuca. S. Lactucae Pass. auf lebenden Blättern von Lactuca sativa. S. lactucicola Ell. auf L. canadensis.

Matthiola. S. Henriquesii Thüm. auf lebenden Blättern von Matthiola incana.

Mespilus. S. Mespili Sacc. gemeinsam mit Phyllosticta Mesp. auf der Blattoberseite von Mespilus germanica.

Paeonia. S. Paeoniae West. auf Paeonia sinensis und officinalis, auf welchen auch S. macropora Sacc. vorkommt. S. Martianoffiana Thüm. auf Paeonia anomala.

Pirus. S. piricola Desm. (S. dealbata Lév.) auf lebenden Blättern von Pirns communis, gilt als Spermogon von Sphaerella Lucilla.

Prunus. S. effusa Desm. (Ascochyta effusa Lib.) auf lebenden Blättern von Pr. Cerasus. S pallens Sacc. (angegeben als Spermogon von Gnomonia erythrostoma Fuck. auf der Unterseite lebender Blätter von Pr. Avium. S Pruni-Mahaleb und S. Lauro-Cerasi auf den im Speziesnamen gegebenen Arten. S. cerasina Peck. auf Prunus serotina.

Pisum. S. Pisi West. auf Blättern, S. leguminum auf Hülsen von Pisum sativum; Letztere auch auf Hülsen von Phaseolus vulgaris.

Populus S. Populi Desm. auf Blättern von Populus nigra und suaveolens. S. Tremulae Pass. S. candida Sacc. auf Populus alba.

Quercus. S. Quercus Thüm. und quercicola Sacc. auf lebenden Blättern von Qu. pedunculata. S Querceti Thüm. auf halblebenden Blättern von Qu. tinctoria. S. dryina Cooke auf Qu. falcata. S. quercina Desm. auf welkenden Blättern verschiedener Eichen.

Rhamnus. S. Rhamni Dur. S. nitidula Dur. und S. Saccardiana Roum. auf Rh. Alaternus. S. rhamnella Oud. und S. Frangulae Guep. auf Rh Frangula. S. rhamnigena Sacc. und S. cathartica Pass. auf Rh. cathartica.

Ribes. S. Grossulariae West. (Ascochyta Gr. Lib.) auf R. Grossularia. S. sibirica Thüm. auf Blättern von Ribes acicularis. S. Ribis Desm. auf welkenden Blättern von R. nigrum.

Rosa. S. Rosae Desm. (Ascoch. Ros. Lib.) auf rothumhöften Flecken der Blätter von Rosa canina, pumila, scandens und sempervirens. S. Rosae-arvensis Sacc. an R. arvensis, sempervirens und den kultivirten Varietäten. S. Rosarum West. an lebenden Blättern auf kleinen, bleichroth umhöften Flecken von R. pumila, canina und den Kulturvarietäten.

Rubus. S. Rubi West. (Spilosphaeria Ruborum Rabh. Depazea areolata Thüm.) auf rothgerandeten Flecken der Rubus-Arten.

Salix. S. albaniensis Thüm. und S. salicina Peck. auf lebenden Blättern von Salix lucida. S. didyma Fuck. auf Salix triandra. S. Capreae West. auf S. Caprea und atrocinerea. S. Salicis West. auf S. amygdalina. S. salicicola Sacc. (Depazea sal. Fr.) auf rothumrandeten, weißen Flecken von Blättern der S. cinerea. viminalis u. A.

Solanum. S. Lycopersici Speg. auf welkenden Blättern von Sol. Lycopersicum. S. Dulcamarae Desm.

Spiraea. S. ascochytoides Sacc. auf Sp. decumbens; außerdem S. Arunci Pass. und Ulmariae Oud.

Tilia. S. Tiliae West. auf lebenden Blättern von T. europaea.

Trifolium. S. comyta Sacc. auf welkenden Blättern von Trif. alpestre und incarnatum. (S. Medicaginis Rob. auf Medicago sativa)

Triticum. S. glumarum Pass. auf den Deckspelzen, S. Tritici B. et. C (S. Curtisiana Sacc.) auf den ganzen Halmen, S. nodorum Berk. auf den Knoten von Triticum vulgare. Sept. Tritici Desm. außer auf den welkenden Blättern der kultivirten Weizenarten auch noch auf Brachypodium, Festuca und Glyceria.

Vaccinium. S. stemmatea Berk. (Depazea stemmatea Fr.) auf schmutzigbraun umrandeten Flecken der Blätter von V. Vitis Idaea. S. difformis C. et P. auf Vacc. pensylvanicum.

Viola. S. Violae West. auf welkenden Blättern von Viola canina, silvestris und pinnata. S. violicola Sacc. (S. Violae Rabh.) auf Viola biflora.

Vitis. S. ampelina B. et. C. auf Vitis vulpina u. A. in Nord-Amerika. S. Badhami B. et. Br. auf Vitis vinifera in England und Thüringen. S. vinea Pass. auf derselben Pflanze in Italien.

**Phleospora** Wallr.

Von der Gattung Septoria hat Saccardo vorstehende Gattung abgetrennt, weil dieselbe unvollkommen entwickelte Perithecien hat; es sind subcutane, sich weit öffnende Lager, welche die spindelförmigen, zwei- bis vielfächerigen, farblosen Sporen entwickeln. Die wichtigste Art ist Phl. Mori Sacc. (Septoria Mori Lév. Fusarium maculans Béreng., Fusisporium Mori Mont.). Der Pilz erzeugt die Fleckenkrankheit der Maulbeerblätter, die in der Voraussetzung der von Nitschke beobachteten Schlauchform bei Sphaerella eingehender beschrieben worden ist.

Außer den vorgenannten, durch ihre einzeln gestellten Kapseln ausgezeichneten Gattungen, giebt es noch eine Anzahl solcher Sphäropsideen, deren Perithecien gruppenweise einem festen Fadenlager (Stroma) aufsitzend oder eingesenkt sind (Compositae). Bei den hierhergehörigen Geschlechtern können wir wegen der sehr geringen Anzahl, die auf lebenden Pflanzentheilen vorkommt, aber von einer Besprechung absehen.

---

# II. Anhang.

## Melanconieae Berk.

Diese Pilzgruppe ist, gleich der Vorigen nur ein vorläufiges Sammelbett verschiedener, nach einem Typus gebauter Formen, zu denen man die vollkommenen Früchte noch nicht festgestellt hat und bei denen daher die richtige Classifikation unterbleiben muß. Das Charakteristische der Gruppe ist der Mangel eines Peritheriums. Die Sporen sind hier gestielte Knospen (Conidien), die aber nicht frei und isolirt, wie bei den Fadenpilzformen (Hyphomycetes) gebildet werden, sondern auf gedrängten, von der Oberhaut des Pflanzentheils anfangs gänzlich gedeckten, häufig stark entwickelten, polsterartigen Lagern entstehen.

Wir haben hier manche streng parasitischen Gattungen, bei deren Besprechung wir von der in der vorigen Gruppe befolgten Eintheilung insofern etwas abweichen, als wir die wirthschaftlich wichtigsten Gattungen zuerst nehmen.

**Fusicladium** Bon.

Fusicladium. Sporen braun, flaschen- bis rübenförmig, an der Spitze und an seitlichen Vorsprüngen kurzer, starker, einem vielfach reich entwickelten Stroma entspringender Basidien gebildet.

## Die Rostflecke der Aepfel und Birnen.

(Hierzu Tafel XVI, Fig. 1—5.)

Vorzugsweise häufig bei Aepfeln findet man die glatte, grüne oder gefärbte Schale unterbrochen durch etwa kreisrunde Stellen von rauher, korkartiger Beschaffenheit und Korkfarbe. Man nennt diese Stellen „Rostflecke". Dieselben sind je nach Jahrgang und Sorte bald sehr reichlich auf der Frucht vorhanden, auch dann sehr groß und bisweilen zusammenfließend, bald nur spärlich in ihrem Auftreten, und dann klein und scharf umgrenzt. Bei manchen Sorten sind sie vorzugsweise auf der oberen Hälfte der Frucht in der Nähe der Kelchzipfel gruppirt; bei der Mehrzahl der Früchte läßt sich eine Regelmäßigkeit in der Vertheilung der Rostflecke nicht erkennen.

Gleichzeitig mit diesen, durch ihre Korkfarbe charakterisirten Flecken findet man andere, den Ersteren gewöhnlich an Größe nachstehende, welche nur in ihrer Mitte die Beschaffenheit der Rostflecke zeigen, deren Rand dagegen von einer stumpfschwarzen Zone gebildet ist, die wieder von einem feinen, weißen, vielfach zerfranzten, häutigen Saume umgrenzt ist (Fig. 1a). Manchmal ist eine Frucht auch nur mit solchen Flecken besetzt. Noch kleinere Stellen bestehen nur aus einem stumpfschwarzen Mittelfelde und dem weißen, häutigen, verhältnißmäßig größeren und hier sternförmig eingerissenen Saume (Fig. 1b). Endlich bemerkt man in der Regel auch noch sehr kleine, etwas aufgetriebene, fast weiße, häutige, kreisrunde Stellen, deren weiße Decke nur in der Mitte durch eine sternförmige Oeffnung eine schwarze, etwa wollige Masse zeigt (Fig. 1c). Alle diese Zustände sind nur Entwicklungsstadien der zuerst beschriebenen, ausgebildeten Rostflecke. Häufig findet man diese verschiedenen Entwicklungsstadien auf derselben Frucht bis zu deren Reife, ja bei manchen schreiten dieselben noch im Aufbewahrungsraume der Früchte weiter fort.

Die mikroskopische Analyse des Fleckes 1a liefert von der Randregion das Bild, das in Fig. 2 dargestellt ist. Man erkennt dann, daß der weiße zurückgerollte Rand (Fig. 2o) aus der oberen Hälfte einer Schicht von Oberhautzellen des Apfels besteht. Diese Schicht von Oberhautzellen wird auseinandergesprengt durch ein in der Jugend farbloses, bei Luftzutritt schwarzbraunes, dichtes Lager von Pilzfäden (Fig. 2st), die, von dem Druck der Oberhautzellen befreit, auf kurzen Enden Knospen (Conidien) abzuschnüren beginnen. Diese Knospen sind in der Jugend farblos und etwa oval (Fig. 2c), später werden sie durchscheinend grünbraun und dunkelbraun, wobei sie an Größe zunehmen und ihre Gestalt bald birnenförmig (Fig. 2c'), bald rübenförmig bis

keilförmig (Fig. 2c'') wird. Die Größe der fertigen Conidie schwankt zwischen 0,020—0,026 mm; der größte Breitendurchmesser wechselt zwischen 0,006—0,008 mm. Gar nicht selten findet man die großen Conidien mit einer Querwand versehen. (Fig. 4).

Dieser Pilz ist dieselbe Gattung und Art, die zur Herbstzeit auf den Apfelblättern stumpfschwarze, scharf umgrenzte, am Rande etwas strahlig auslaufende Flecke erzeugt: Fusicladium dendriticum (Wallr.) Fuckel.[1]) (Symb. myc. 357. — fung. rh. 115). Man kann die Form auf der Apfelfrucht als eine Varietät der auf den Blättern schmarotzenden Art auffassen, da dieselbe in der durchschnittlichen Form ihrer vielgestaltigen Conidien, in den Größenverhältnissen der knospentragenden Aeste oder Basidien, sowie in der Bildung des Lagers (Stroma) und in dem Einfluß auf die Unterlage etwas abweicht. Dieser Pilz ist die Ursache der Rostflecke am Apfel.

Wenn man nämlich jugendliche Flecke etwa von der Ausbildung, wie sie in Fig. 1c dargestellt sind, am äußersten Rande untersucht, findet man, daß an der Grenze des gesunden Gewebes einzelne Zellen der Oberhaut des Apfels Spuren von Pilzfäden zeigen, die unzweifelhaft Fäden des Fusicladium-Mycels darstellen. Die darunter liegenden Schichten von Parenchymzellen zeigen noch keine Veränderung des Inhalts, wohl aber beginnt eine solche unter denjenigen Oberhautzellen, die sich ganz mit dem Mycelium anfüllen (Fig. 2st'). Die Zellen der Oberhaut erscheinen schon nach kurzer Zeit ganz ausgestopft vom Stroma und werden durch die Vermehrung desselben auseinander gesprengt. In dem Maße, wie nun die Pilzfäden weiter in das gesunde Gewebe am Rande des Fleckes allseitig weiter kriechen, wird die Oberseite der Oberhautzellen allmählich abgehoben. Die vorher nicht für sich wahrnehmbare Zellwand erscheint durch das Eintreten der Luft in die Zelle weiß. Alsbald bekleidet sich das noch jugendliche Stroma des Pilzes mit Conidien, d. h. die Region Fig. 2st' wird ebenso wie Fig. 2st, und der schwarze Fleck hat sich damit für das bloße Auge bis st' ausgedehnt. Damit wird der Inhalt der oberen Zellschichten des Apfelfleisches (Fig. 2vp) gelb bis braun und klumpig zusammengezogen; auch die Wandungen der Zellen werden theilweis braun; die Zellen sinken mehr zusammen, erhärten und verlieren dabei ihre Dehnbarkeit. Unter den 3—4 absterbenden, oberen Parenchymlagen tritt eine erhöhte Lebensthätigkeit ein, indem sich in der ersten lebenden Zellschicht ein neues Gewebe von charakteristischem Baue bildet, dessen Bestimmung es ist, das übrige darunter liegende, noch Stärke führende Parenchym (Fig. 2p), vor weiterer Zerstörung zu schützen. Dieses neugebildete Gewebe (Fig. 2k) ist Kork. Pa-

[1]) Syn. Cladosporium dendriticum Wallr. (Flora crypt. Germ. pars posterior. Norimbergae 1833, p. 169). — Fumago Mali Pers. ? t. Wallr. — Cladospor. dendr. Rab. Herb. myc. II. 766 t. Fuck.; Rabh. Hdb. (Deutschlands Cryptog. Fl.) 1844, S. 113.

rallel mit dem allseitig peripherischen Vordringen des Pilzmycels in den Oberhautzellen und dem Vertrocknen der äußersten Lagen des Apfelfleisches schreitet auch die Korkbildung fort.

Je feuchter die Witterung, desto schneller vergrößern sich die Flecke, und wahrscheinlich treten auch noch neue Flecke hinzu, denn die Organe, die den Pilz auf andere Stellen übertragen können, sind reichlich vorhanden. Die Conidien (Fig. 2c′ und c″) lösen sich sehr leicht bei der Reife von ihren Basidien (Fig. 2b) und keimen nach 12—48 Stunden mit einem meist gewundenen, sich leicht verästelnden, erst farblosen, später an der Luft sich leicht bräunenden, septirten Keimschlauche (Fig. 4), welcher in feuchter, geschlossener Luft knospenähnliche Glieder bildet (Fig. 4c′). Bei der großen Zahl von Conidien, die meist einzeln an der Spitze der Basidie entstehen, werden manche leicht bei anhaltend trübem Wetter 1—2 Tage auf einer gesunden Stelle des Apfels haften können und ihren Keimschlauch durch die Cuticula (Fig. 2cu) in die Epidermis (Fig. 2o) einbohren. Wahrscheinlich gehört aber dazu ein bestimmtes, jugendliches Entwicklungsstadium des Apfels. Vielleicht nehmen sie ihren Weg auch durch die Lenticellen.

Wenn die schwarzen, mit dem Fusicladium besetzten Flecke älter werden, hört in der Mitte derselben das Wachsthum des Pilzes auf. Die Conidien verfliegen oder werden vom Regen abgewaschen, und dadurch erhält der Fleck in der Mitte eine hellere Farbe. Wenn trockenes Wetter eintritt, brechen auch sogar die mittleren Parthieen des Stroma bisweilen auf und fallen stückweise ab, so daß die Reste des vertrockneten Apfelgewebes zum Vorschein kommen und mit den Korkzellen die hellere, centrale Parthie bilden, welche die fertigen Rostflecke charakterisirt (Fig. 1a).

Bei spätreifenden Sorten, bei denen nach einem Regen eine starke Ausdehnung der Frucht eintritt, kann die Schwellung des inneren Parenchyms (des Apfelfleisches) so stark werden, daß die ganze kranke Stelle, deren Dehnbarkeit sehr gering ist, als schwarzer, weiß umrandeter Schorf abgesprengt wird. Dieser Schorf besteht aus dem Pilzstroma (Fig. 2st) und den vom Mycel angegriffen gewesenen Zellschichten (Fig. 2vp); der unter denselben gebildete Kork (Fig. 2k) tritt dann in seiner ganzen Ausdehnung an die Oberfläche. Bei fortgesetzter Schwellung werden auch der Kork und die etwa auf ihm sitzen gebliebenen Parenchymreste rissig. Bisweilen gehen einzelne Risse durch die ganze Korklage hindurch bis in das darunter liegende, gesunde, stärkehaltige Gewebe. Auch diese neueren Wunden heilen sehr schnell, da in den Zellen, welche den Riß begrenzen, ebenfalls Korkbildung eintritt.

Aehnliche Erscheinungen treten auch bei einigen Birnensorten auf. Namentlich zeigten sich Winterbirnen, die vorher vom Honigthau gelitten hatten, in großen, oft über ein Drittel der ganzen Frucht ausgebreiteten Flecken vollständig schwarz von Fusicladium. Bisweilen bleiben Sorten, wie die Grumb-

kower, Liegel's Winter-Butterbirn u. dgl. vollständig ungenießbar; sie sind durch große Risse mannigfach zerklüftet, dabei unregelmäßig beulig und hart. Das in solchen Fällen frühzeitig eingewanderte Fusicladium, dessen Mycel an den befallenen Stellen das Weichwerden des Fleisches verhindert, ist auf große Strecken über die ganze Frucht ausgebreitet. Dieses Fusicladium ist aber eine andere Art, die mehrfach mit der vorigen verwechselt worden ist. Sie bildet auch unter Umständen große feste Lager oder Krusten; auf den Früchten jedoch fand ich sie vorherrschend in kleinen, sehr dicht neben einander stehenden, aber doch isolirten Büscheln, die erst im Spätherbst beginnen, kleine, mit Reservenahrung erfüllte Lager zu bilden. Der auf Birnen vorkommende Pilz (Fusicladium pyrinum [Lib.] Fuck. Symb. myc. 357 f. rhen. 1517)[1]) ist wegen seiner Beschränkung auf wenige Sorten den Früchten im Allgemeinen weniger schädlich. Es kommen zwar auf sehr vielen Birnensorten schwarze Flecke vor und diese leiten z. Th. eine tiefgehende Fäulniß ein; sie rühren aber von anderen Pilzen her. So finden wir z. B. schwarze, etwas höckerige Flecke auf Sommer- und Herbstbirnen durch die bereits erwähnte Depazea pyrina Riess (Sphaerella sentina Fuckl.) verursacht. Eine andere Art von Flecken, die sich von den eigentlichen Rostflecken durch ihre glatte, anfänglich glänzende Oberfläche und ihre meist rothe Umrandung unterscheiden, werden durch die Stylosporen oder Conidienlager von Morthiera Mespili (DC.) Fckl. hervorgerufen. (Fig. 7).

Das Fusicladium pyrinum (Fig. 5) ist aber, trotz seiner geringeren Ausbreitung auf den Früchten, dennoch oft schädlicher, als die auf den Aepfeln vorkommende Art; denn es vegetirt nicht nur auf Blättern, sondern auch auf den einjährigen Zweigen mancher Birnen. Vorzugsweise leidet davon die Grumbkower. Die Zweige werden zuerst stellenweise grauflecig; diese heller als der gesunde Zweig gefärbten Stellen, die vorzugsweise auf der Sonnenseite des Zweiges liegen, werden aufgetrieben, reißen allmählich auf und lassen schwarze, feste Borken hervortreten. Solche Borken- oder Schorfstellen bestehen aus dem Conidien tragenden Stroma des Fusicladium pyrinum Fuck. Tritt diese Schorfbildung sehr reichlich auf (und bei Bäumen auf schwerem Lehmboden sind oft zwei Drittheile der einjährigen Zweige überzogen), dann stirbt die Spitze der Triebe ab, indem die Rinde schrumpft, ohne über dem jüngst angelegten Pilzstroma aufzureißen; die Augen vertrocknen. Nach ihrer

---

[1]) Syn. Helminthosporium pyrinum Lib. Cladosporium dendriticum Wallr. in Rabh. f. eur. 1168. — Fusicladium virescens Bon. Hdb. S. 80, Fig. 94. Nach Cooke Hdb. of British fungi 1871, Vol. II, S. 583: Cladosporium dendriticum Wallr. fl. germ. II, S. 169. Fuckel exs. Nr. 115; Cladosp. pyrorum Berk. Gard. Chronicle 1848, S. 398; Helminthosporium pyrorum Lib. exs. Nr. 188. Desm. exs. Nr. 105. Actinonema Crataegi Gard. Chron. 1855, S. 725. Berk. exs. Nr. 42.

äußeren Erscheinung nenne ich die Krankheit den „Schorf“ oder „Grind“ der Birnbäume. Mir ist kein Beispiel bekannt geworden, in welchem bei Erkrankung der Zweige die Blätter gesund geblieben wären; wohl aber begegnet man nicht selten dem umgekehrten Falle. Die ergriffenen Blätter fallen etwas früher ab, als die gesunden. Bisweilen sind sie verkrümmt; dies findet dann statt, wenn der Pilz die Blattmittelrippe angreift. Bei einer Sendung aus Württemberg fand ich ähnliche Schorfstellen an Apfelzweigen, habe aber keine Conidien gefunden.

Es kommt noch eine dritte Art derselben Pilzgattung auf Ebereschen vor. Diese Art (Fusicladium orbiculatum Thüm. f. Sorbi domesticae) nähert sich der Gestalt der Conidien nach mehr der auf Birnen vorkommenden Art; in Gestalt und Wachsthum der Basidien ähnelt sie mehr dem Schmarotzer der Aepfel, mit dem sie auch das gemeinschaftlich hat, daß sie von den Blättern nicht oder doch selten auf die Zweige geht.

Nach den bisherigen Erfahrungen ist diese letztere Art die am wenigsten gefährliche. Viel schädlicher ist Fusicladium dendriticum Fuck.; denn abgesehen davon, daß das äußere Ansehen der Frucht schon durch die Rostflecke verschlechtert wird, wird auch der Verkaufswerth durch den schlechten Geschmack beeinträchtigt, den die Frucht unter den rostigen Stellen besitzt. An der stark rostigen Seite bleibt die Frucht härter und, wie es scheint, mehliger. Am meisten schädlich ist aber die auf Birnen vorkommende Art. Die Früchte sind unter den großen Rostflecken steiniger und, falls die Birne zu früh abgenommen wird, auf den rostigen Seiten vollkommen ungenießbar. Hierzu kommt die Schwächung der ganzen Pflanze durch den Parasiten, wenn derselbe Blätter und Zweige stark heimsucht. Es kommt endlich hinzu, daß Fusicladium gegen die gewöhnlichen Kältegrade unserer Winter unempfindlich ist; man trifft im Dezember und Januar gekeimte Conidien, deren Keimschläuche im Zimmer weiter wachsen (Fig. 4). Die Unterschiede der beiden Arten lassen sich bei Vergleich der Fig. 3 (von Aepfeln) mit den von Birnen stammenden Fig. 5 leicht erkennen.

Nach Angabe eines unserer bedeutendsten Pomologen werden die Bäume, welche in ungünstigen Bodenverhältnissen stehen, am meisten rostige Früchte tragen. In hervorragender Weise soll sich die Krankheit bei folgenden Sorten zeigen: 1. Aepfel. Bei rothen und gelben Stettinern, rothen Herbst-Calvillen, weißen Winter-Calvillen, rothen Taubenäpfeln, bei dem langen grünen Gulderling, bei Woltmann's Reinette und bei dem Tyroler Rosenapfel. 2. Birnen. Bei den weißen Herbst-Butterbirnen, St. Germain, Winter-Dechantsbirn, Esperen's Bergamotte, Crassane, Grumbkower, Sommer-Apothekerbirn, kleine Muskateller, Pastorenbirn, Winterdorn, Napoleon's Butterbirn, Winter Nelis, Wildling von Motte, Bonne Louise d'Avranches.

Laub und Holz fand ich seit 4 Jahren alljährlich sehr intensiv bei der Grumbkower befallen. Sehr wenig befallen waren Jacobibirn und Liegel's Winter-Butterbirn.

Fusicladium Sorghi Pass. erzeugt rothumsäumte, trockene Flecke auf Blättern von Sorghum halepense.

### Figurenerklärung.

Fig. 1—5. Fusicladium dendriticum.

Fig. 1. Apfel der bei a den weißen Saum um die größeren, schwarzgezonten Rostflecke zeigt, b kleinere keine Korkzone in der Mitte aufweisende Stellen; c junge Flecke mit strrnförmig eben aufgerissener Oberhaut.

Fig. 2 Randregion des Fleckes 1a vergrößert; o zurückgerollte obere Schicht der Apfeloberhautzellen, st Stroma, von dem aus die Basidien b mit den Conidien c entspringen; c junge farblose, c' birnenförmige, c'' keilförmige, ältere braune Conidien. cu Cuticula, k uhrglasförmige Korkzone, p Parenchym des Fruchtfleisches, st' Epidermiszellen ganz erfüllt mit Mycel, op durch den Pilz absterbendes Fruchtfleisch. Fig. 3.

Fig. 4. Keimende, z. Th. mit einer Querwand versehene Conidien von Fusicl. dendrit.; 4 m bereits weiter entwickelter Keimschlauch mit knospenähnlichen Gliedern c'.

Fig. 5. Fusicladium pyrinum mit den knorrigen Basidien b, welche die nur mit schmaler Basis aufsitzenden Conidien c tragen.

Fig. 6—9. Stigmatea Mespili.

Fig. 6. Blattquerschnitt mit Conidienlager; e Epidermis, p Pallisadenparenchym mit braunen Plasmaballen, c Cuticula, m Mycel, st Stroma, co die Conidien; k junges Perithecium.

Fig. 7. Vergrößerte Conidien; st Stielzellen, c' obere, c'' untere, s seitliche Conidialzellen; b Borste. d unterste Conidialzelle einer ausnahmsweise dreigliederigen Conidie; f Seitensprossung von dieser dritten Zelle aus.

Fig. 8. Keimende Conidien; b Basidie, k Keimschlauch.

Fig. 9. s Schläuche, sp Sporen, o vorgezogene Schlauchöffnung, p Paraphysen von keulenförmiger Gestalt zu zweien auf gemeinschaftlicher Stielzelle stehend; k Keimschlauch der Ascosporen.

## Das Schrumpfen der Zitterpappelblätter.

Neuerdings ist von B. Frank[1]) an den Zitterpappeln eine Krankheit beschrieben worden, deren Ursache das Fusicladium tremulae Frank ist. Im Frühling zeigt eine große Anzahl von Blättern, namentlich der jüngeren

[1]) B. Frank: Ueber einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. Berichte d. deutsch. bot. Ges. Bd. I. 1883. S. 29.

eine grau- oder grünschwarze Färbung und faltige Schrumpfung. Solche Blätter vertrocknen darauf entweder gänzlich oder stückweise. Wenn die jungen Triebe dadurch stark entblättert werden, beginnen sie von der Spitze aus mehr oder weniger tief abzusterben.

An den geschwärzten Blattstellen hat das Mycel das ganze Mesophyll durchwuchert und ist in den Epidermiszellen zu einem pseudoparenchymatischen Gewebe zusammengetreten. Von diesem Stroma erheben sich die kurzen, einfachen Basidien, die an ihrer Spitze eine braune, spindelförmige, dreizellige Conidie entwickeln. Die Conidienlager brechen sowohl an der Blattoberseite, wie an der Unterseite hervor und ertheilen der Blattfläche das schwärzlich-olivengrüne Aussehen. Die nach 1—2 Tagen keimenden Conidien zeigen an den auf dem Pappelblatte hinlaufenden Keimschläuchen hier und da, namentlich an der Grenzschicht zweier Epidermiszellen, eine flache Anschwellung, die der Cuticula fest aufliegt und an dieser Haftstelle einen Porus entwickelt. An diesem Porus tritt der sich in die Epidermiszelle einbohrende Faden hervor. Es erscheinen somit die Anschwellungen als Haftorgane oder Appressorien; etwas Aehnliches haben wir bei Pleospora Hyacinthi gesehen. Bei der fortdauernden Vermehrung des Pilzes ist es nicht zu verwundern, daß auch der Sommertrieb wieder meist stark befallen wird. Die Uebertragung der Krankheit von einem Jahre auf das andere wird leicht durch die am Zweige überwinternden Polster sein. Eine Abnahme der Krankheit wird nur bei anhaltend trockner Witterung zu erhoffen sein, da die Conidien gegen längeres Austrocknen anscheinend empfindlich sind. Auf Populus tremula, der Zitterpappel, sowie auf Pop. alba und canescens, außerdem aber auch noch auf Salix alba, cuspidata und fragilis beobachtete Rostrup[1]) ähnliche oliven-schwarze Ueberzüge, wie die Vorbeschriebenen. R. nennt den Pilz, der meist nur zweizellige, selten dreizellige, schuhsohlenförmige Conidien besitzt, Fusicladium ramulosum Rostr. (Cladosporium ramuli Roberge.) Eriksson beschreibt neuerdings ein Fusicladium Cerasi auf Kirschen.

**Coryneum** Nees.

Scheibenförmige, kleine, unter der Cuticula angelegte Behälter von schwarzer Farbe mit oblongen oder spindelförmigen drei bis vielfächerigen, rauchgrauen, niemals in Ranken austretenden Conidien auf stabförmigen Basidien.

Hierher gehören die mit dem Gummifluß bei Prunus in Beziehung gebrachten Arten C. Beyerinckii Oud. und gummiparum Oud.; ferner C. microstictum B. et. Br. (Sporocadus rosicola Rab.) auf welkenden oder bereits abgestorbenen Zweigen von Rosa, Rubus, Crataegus, Arbutus, Kerria und Vitis. — C. foliicolum Fuck. auf Blättern von Quercus und Crataegus; auf welkenden Blättern der letztgenannten Pflanze kommt auch C. pestalozzioides Sacc. vor. — C. concolor Penz. auf lebenden Blättern von Citrus in Kalthäusern. — C. Rhododendri

[1]) Fortsatte Undersøgelser over Snylteswampes Angreb paa Skovtraeerne. Kjobenhavn 1883. S. 294.

Schw. und C. triseptatum Peck. auf lebenden Blättern von Rhododendron maximum in Nordamerika. — C. juniperinum Ellis auf lebenden Nadeln von Juniperus communis in Nordamerika.

**Pestalozzia.**

Die Conidien der unter der Oberhaut der Pflanzentheile angelegten Häufchen sind oblong, drei- bis vielfächerig, meist mit gefärbten Fächern oder wenigstens die mittleren gefärbt, und die farblose Spitze mit einer oder mehreren Borsten gekrönt; auf fadenförmigen Basidien.

a) Spitze zwei- bis vielborstig.

P. decolorata Speg. auf lebenden Blättern der Myrtaceen. — P. Eucalypti Thüm. auf trocknen oder vertrocknenden Blättern von Eucalyptus Globulus. — P. Acaciae Thüm. auf lebenden Blättern von Acacia longifolia und saligna. — P. Siliquastri Thüm. auf Cercis Siliquastrum. — P. Rosae auf Zweigen von Rosa. — P. longiseta Speg. auf lebenden oder welkenden Blättern von Rubus caesius — P. breviseta Sacc. auf der Blattunterseite von Pirus communis und Carpinus Betulus. — P. Thümenii Speg. und uvicola Speg. auf reifen Beeren von Vitis vinifera. — P. Fuchsiae auf lebenden Blättern von Fuchsia coccinea. — P. Guepini Desm. auf Blättern von Camellia, Rhododendron, Citrus, Amygdalus, Smilax, Magnolia u. A. — P. Phoenicis Grev. auf Blättern von Phoenix dactylifera.




Fig. 18.

P. fuscescens ist die Ursache einer Palmenkrankheit. Den Palmenzüchtern dürfte es nicht unbekannt sein, daß junge Exemplare von Corypha australis häufig zu Grunde gehen. Die Pflanzen verlieren zunächst ihre dunkelgrüne Färbung und nehmen ein graues, manchmal fast milchglänzendes Aussehen an; dann beginnen einzelne Blätter gelb zu werden und um diese Zeit bemerkt man deutliche Wurzelerkrankung. Einzelne Blattstellen zeigen halbdurchscheinende, scharf umrandete Flecke, in deren Zellen das Chlorophyll zerstört ist und die später ganz dunkelbraun werden. An den Blattstielbasen war das Gewebe der Flecke eingesunken (Fig. 18 a) und bildete napfförmige Vertiefungen mit schwarzen, halbkugeligen, punktförmigen, glänzenden Auftreibungen, welche die Lager der Pestalozzia darstellen (Fig. 18 b). Die Conidien sind fünffächerig, stumpf spindelförmig, 0,032—0,038 mm lang und 0,014—0,016 mm breit. Das mittelste Fach ist das größte und dunkelste (Fig. 19 a—h; das unterste verlängert sich in ein feines Stielchen, mit welchem die Conidie dem Stroma aufsitzt; das oberste trägt 2—3 farblose, stark lichtbrechende, divergirende, leicht abbrechbare Borsten. Schon nach 24 Stunden bemerkt man die Keimung, die in destillirtem Wasser früher aber schwächlicher als in Rohrzuckerlösung stattfindet; meist aus dem der Stielzelle zunächst liegenden Fache entwickelt

sich der farblose, schnell sich reichlich verzweigende Keimschlauch d, der in Rohrzuckerlösung an seiner Basis zwiebelförmig anschwillt (Fig. 19 b u. h). Der Pilz dürfte, obgleich die Impfversuche bisher nur negative Resultate gegeben haben, doch als die Krankheitsursache anzusehen sein; mindestens ist er die Ursache für die Entstehung der eingesunkenen Stellen; sein Mycel zieht sich unter der Oberhaut hin und dringt allmählich zwischen die tiefer gelegenen Gewebeschichten ein. Im nachstehenden Holzschnitt bezeichnet e die Epidermis, st das Stroma, g das Gefäßbündel, z das zusammengesunkene Gewebe, das durch die Einwirkung des Mycels, m, abgestorben ist.

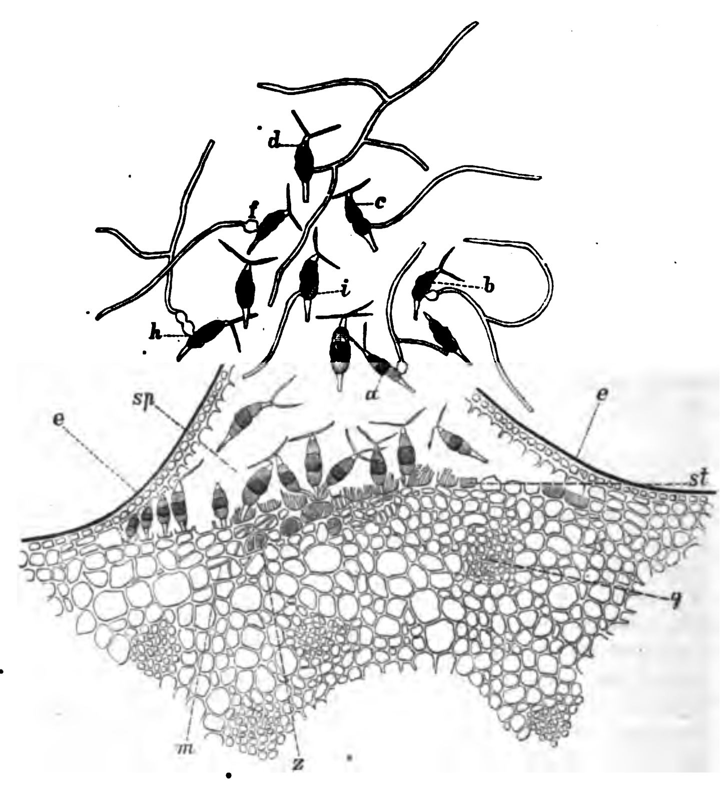



Fig. 19.

b) Spitze mit einer Borste.

Pestalozzia concentrica B. et. Br. auf grünen Blättern von Pirus, Crataegus, Castanea und Quercus. — P. compta Sacc. auf welkenden Blättern von Rosa muscosa. — P. Callunae Ces. mit gänzlich farblosen, cylindrischen, gekrümmten, beiderseits borstigen Conidien auf Stengeln von Calluna vulgaris.

# III. Anhang.

## Hyphomycetes.

Aus dem Entwicklungsgange der früher erwähnten Gattungen Fumago und Pleospora haben wir ersehen, daß die Reihe der Vermehrungsorgane der vollkommenen Kapselpilze durch Knospenformen oft eingeleitet wird, die noch nicht in kapselartigen Behältern gebildet werden, sondern sich einzeln oder in Ketten frei an der Spitze oder den Seiten von Fäden entwickeln, welche als Aeste eines das Substrat durchziehenden Mycels abgehen. Bevor man wußte, daß solche Knospenbildungen in den Entwicklungsgang eines vollkommenen Pilzes gehören, klassifizirte man diese Formen in eine besondere Familie, die man Fadenpilze (Hyphomycetes) nannte.

Diese Hyphomycetenformen beanspruchen auch jetzt noch die Aufmerksamkeit, da sie vielfach die einzigen bekannten Fortpflanzungsorgane von Pilzen sind, die als ächte Parasiten den gesunden Pflanzentheil (allerdings meistentheils erst unter Verhältnissen, die seiner normalen Entwicklung selbst sehr ungünstig sind) zum Absterben bringen. Bei der sehr großen Zahl derselben dürfen wir hier nur einige der bekannten Beispiele anführen.

**Cladosporium. Lk.**

Die septirten Hyphen tragen verästelte Knospenketten, die in ihre einzelnen Glieder zerfallen.

Cl. Roesleri Catt. (Cl. pestis Thüm.) verursacht ein Fleckigwerden der Weinblätter. Es entstehen im August und September auf der Blattunterseite kleinbleibende, unregelmäßige, staubig aussehende Stellen von olivenbrauner Farbe. Die Oberseite wird an den erkrankten Stellen gelb und später braun. Mitte Oktober sind die Pilzrasen fast schwarz und das Blatt zeigt zwischen den noch saftigen, gelben Stellen größere, dunkelbraune, trockne Flecke. Die schwarzen Pilzräschen bestehen aus meist wenig verästelten, septirten, hellbraunen Fäden, die an ihrer Spitze zahlreiche, lange, cylindrische, an beiden Enden etwas verschmälerte und abgerundete, ungetheilte oder mit 1—2 Querwänden versehene Knospen tragen. (Von Haßlinsky wird der Pilz als Knospenform von Sphaerella Vitis angesehen.)

Cl. ampelinum Pass. (Cl. viticolum Ces., Helminthosporium Vitis Pir.) erscheint auf lebenden Blättern von Vitis vinifera und Labrusca L. Der Pilz bildet auf der Blattoberfläche anfangs etwa kreisförmige, hellbraune Flecke, die schnell an Zahl und Größe zunehmen und rothbraun umsäumt erscheinen, während die innere Parthie des Fleckes austrocknet und zerreißt. Auf der Unterseite finden sich zahlreiche Fadenbüschel. Die Fäden sind unverzweigt, steif aufrecht, an der Spitze etwas aufgetrieben, hellaschgrau. An der Spitze entstehen die hellbraunen, spindelförmigen, fünf- bis siebenmal quergetheilten, kaum eingeschnürten, am Scheitel stumpf zugespitzten, am unteren Ende bisweilen stielartig ausgezogenen Conidien, die weit eher den zweiten Namen, nämlich Cercospora Vitis rechtfertigen.

Von andern Fadenpilzformen, welche wegen ihrer Schädlichkeit hier berücksichtigt werden müssen, nennen wir noch auf Vitis die als Ursache einer Art von Gelbsucht angegebene Spicularia Icterus Fuck. Die ganzen Stöcke werden kurz nach der Blüthe gelb; allmählich bilden sich dürre, mit dem Pilze behaftete Flecke, die schnell das ganze Blatt überziehen und vorzeitig zum Abfallen bringen. Die Krankheit soll in kreisförmiger

Verbreitung ganze Weinberge heimsuchen. In Folge der frühen Entblätterung fallen die jungen Beeren ab und gehen wohl auch ganze Stöcke ein.

Parasitisch bei längerem Aufenthalt des Pflanzentheils in feuchter Umgebung wirken meiner Meinung nach das Cladosporium fasciculare Fr. auf Hyacinthus und Lilium. Cl. hypophyllum Fckl. auf der Unterseite lebender Blätter von Ulmus campestris und viele andere, selbst das gewöhnliche Cl. herbarum Lk. Nach den Untersuchungen von Eriksson[1]) gehört hierher der im mittleren Schweden gefürchtete Taumelroggen (Oer-råg). Es ist dies eine gewöhnliche Roggensorte, deren kleine, geschrumpfte Körner aber schwärzlich in Folge dichten Mycelüberzuges erscheinen. Das Mycel, das auf und in den äußeren Zellen wuchert, bildet Conidien, die astförmig wiederum Knospen tragen und die dadurch wahrscheinlich machen, daß der Pilz zu Cladosporium herbarum gehört. Kühn und Andere haben auch in Deutschland von geschwärztem Roggen berichtet; indeß ist hier bisher nichts von einer giftigen Wirkung, wie sie in Schweden beobachtet wurde, bekannt geworden. Die aus geschwärzten Körnern hergestellten Nahrungsmittel (Kleienbrot, Grütze u. dgl.) erregen Schwindel, Zittern, Erbrechen, Störungen der Sehkraft u. dgl.

**Helminthosporium Lk.**

Nach den von Fries[2]) aufgestellten Charakteren unterscheidet man diese Gattung von der vorigen namentlich dadurch, daß die Knospen auf den starren, dunkelgefärbten Basidien septirt sind und in den einzelnen Fächern, wie wir dies bei Rhiz. Solani gezeichnet haben, der Inhalt zur selbständigen, keimenden Tochterzelle sich ausbildet (sporidia sporidiolis farcta). Das Mycel bildet oft ein Stroma, und dieses nimmt bisweilen eine schleimige Oberfläche an. Die Gestalt der Conidien ist schlank ausgezogen, daher die Bezeichnung „Wurmspore". H. arundinaceum Cd. auf welkenden Blättern von Phragmites communis. — H. praelongum Wallr. auf absterbenden Stengeln von Dahlia variabilis. — H. pellucidum Kze. auf welken Blättern von Crambe maritima.

**Cercospora Fres.**

Charakterisirt sich namentlich durch die flaschenförmigen, gefächerten, an ihrer Spitze in einen langen Hals oder Schwanz ausgezogenen Knospen, die seitlich und an der Spitze der meist sich bräunenden, von keinem stark entwickelten Stroma entspringenden Basidien stehen. Als besonders kulturgefährlich hebt v. Thümen[3]) die durch Cercospora beticola Sacc. veranlaßte Blattfleckenkrankheit der Zuckerrüben hervor. Annähernd runde, bis 2 cm Durchmesser erreichende, braunroth umrandete Flecke, die auf der Blattoberseite etwa matt bräunlich-grau, auf der Unterseite aschgrau erscheinen, charakterisiren die Krankheit. Die aschgraue Färbung der Blattunterseite wird von den nadelförmig-cylindrischen, farblosen, meist quergetheilten Conidien hervorgebracht; dieselben entstehen an der Spitze der büschelartig durch die Epidermis hindurchbrechenden Basidien, welche von dem im Blattfleisch sich ausbreitenden und dasselbe tödtenden Mycel entspringen. Die Keimschläuche der sich alsbald weiter entwickelnden Conidien bringen durch die Spaltöffnungen in ein jugendliches Rübenblatt ein und erzeugen in kurzer Zeit neue Krankheitsheerde. Namentlich in nassen Jahrgängen ist die Ausbreitung eine rapide. Ein Entfernen der erkrankten Blätter, soweit es ohne große Schädigung des Gesammtwachsthums nur irgend möglich ist; sowie luftiger Standort der Rüben und Vermeidung einer unmittelbaren Wiederholung des Rübenbaues auf demselben Ackerstücke dürften die empfehlenswerthesten Gegenmittel sein.

---

[1]) Om Oer-råg. Kgl. Landtb.-Akad. Handl. 1883.

[2]) Systema mycologicum.

[3]) Die Bekämpfung der Pilzkrankheiten. Wien, Faesy. 1886. S. 50.

Genauer studirt ist Cercospora acerina R Htg [1]), welche eine Krankheit der Ahornkeimlinge hervorbringt. Die sehr langgeschweiften, mehrzelligen Conidien entstehen auf kurzen Trägern, welche die Epidermis durchbrechen. In wenigen Stunden können sie in feuchter Luft keimen und ihren Keimschlauch durch die sich dadurch bräunende Epidermiswand bohren. Das intercellulare Mycel erzeugt auf der Oberfläche der Blätter schwarze Flecke und schwillt stellenweise zu ölreichen Zellhaufen an, die wie ein Dauermycel im nächsten Jahre durch erneuetes Auskeimen die Krankheit wieder erzeugen können. Der Pilz lebt übrigens sehr gut auch saprophytisch.

Als Ursache einer Blattfleckenkrankheit der Myrthen beschreibt Erikson[2]) Cercospora Myrti Eriks. Ferner sind zu nennen:

C. Asparagi Sacc. auf lebenden Spargeläften. — C. Majanthemi Fuck. bildet schwarzgrüne Büschel auf den ausgeblichenen Blattstellen von Majanthemum bifolium. — C. Apii Fres. auf lebenden Blättern von Apium graveolens. — C. ferruginea Fuck. auf der Unterseite lebender Blätter von Artemisia vulgaris. — C. Chenopodii Fres. auf grünen Blättern von Chenopodiaceae. — C. radiata Fuck. auf lebenden Blättern von Anthyllis Vulneraria. — C. sanguinea Fuck. überzieht bisweilen die lebenden Blätter von Lythrum Salicaria gänzlich auf der Unterseite. — C. Rhamni Fuck. auf der Blattunterseite von Rhamnus cathartica. — C. Resedae Fuck. bildet auf dürren Flecken lebender Blätter von Reseda odorata punktförmige, graue Häufchen. — C. Armoraciae Sacc. auf verfärbten Stellen der Blätter von Cochlearia Armoracia. — C. nebulosa Sacc. bildet graue Stengelflecke bei Althaea rosea. — C. concentrica Cooke et. E. auf Blättern von Yucca filamentosa. — C. Violae, Rubi, Ariae, Persicae u. A.

**Ramularia** Ung.

Bildet meist farblose, aus den Spaltöffnungen hervortretende garbenartig sich spreizende Büschel von kurzen, geknietwelligen Basidien. Die Kniebiegungen sind die Ansatzstellen der nacheinander sich bildenden, länglich eirunden bis cylindrischen, einzelligen oder auch mit einer Scheidewand versehenen, farblosen Conidien. Ueber den Parasitismus dieser, sowie der vorigen und noch anderer Arten ist kein Zweifel, da die von Frank[3]) ausgeführten Impfversuche den positiven Beweis geliefert haben. Bemerkenswerth ist die von Frank bei der Aussaat von Ramularia obovata Fuck. auf Blättern von Rumex beobachtete Abhängigkeit der Conidienbildung von der Witterung. Es hängt nur von der Feuchtigkeit der umgebenden Luft ab, ob aus den Hyphenknäueln die Conidienträger hervorwachsen; in trockner Luft kann dies wochenlang unterbleiben, aber dann bei Eintritt von Feuchtigkeit in einem oder wenigen Tagen stattfinden. Das Mycel wächst aber auch bei Trockenheit weiter und vergrößert die dürrwerdenden, roth umgrenzten Flecke. Fuckel betrachtet Arten dieser Gattung, wie der nächstverwandten Cylindrospora als Conidienformen von Sphaerellen.

Außer der auf Rumex crispus und sanguineus namentlich vorkommenden R. obovata Fuck. ist noch zu nennen R. Bistortae Fuck. mit spiralig gewundenen Conidienträgern auf Polygonum Bistorta und viviparum. — R. macrospora auf hellbraunen Flecken von Campanula. — R. concors (Fusisporium concors Casp.) auf lebenden Kartoffelblättern. — R. gibba Fuck. und didyma Ung. auf Blättern

---

[1]) Lehrbuch der Baumkrankheiten. S. 113.

[2]) Bidrag till kännedomen om vara odlade växters sjukdomar I. Stockholm 1885.

[3]) B. Frank: Ueber einige Schmarotzerpilze, welche Blattfleckenkrankheiten verursachen. Bot. Zeit. 1878 Nr. 40.

von Ranunculus repens. Außer diesen führt Fuckel noch an: R. Violae, Malvae, Armoraciae, Hellebori, Veronicae, Urticae, Geranii, Lamii u. A.

**Acrosporium** Rabh.

Eine dem Cladosporium ähnliche Pilzform mit braunen, dicht bei einander rasenförmig stehenden, unverzweigten Conidienträgern und eirunden bis ellipsoidischen, einzelligen, schwach gefärbten Sporen.

A. Cerasi Rab. ist durch A. Braun als der Urheber schwarzgrüner, sammtiger Ueberzüge auf jungen Kirschenfrüchten nachgewiesen worden. Ich habe den Pilz bisher nur an Sauerkirschen und Weichseln gesehen und zwar, wenn er auftrat, dann fast alle Früchte eines Baumes befallend. Mir scheint, daß er an Bäumen, die von Spätfrösten gelitten, am meisten zur Entwicklung kommt und die Ausbildung der Früchte verhindert. Kühn beobachtete den Pilz auch auf erst gelblich, dann braun sich verfärbenden, oft gekrümmten Sauerkirschenblättern.

Der hier erwähnte Schmarotzer hat nichts gemein mit dem Acrosporium fructigenum Pers. (Monilia fructigena Pers. Mon. cinerea) welche feste, weißgraue, in concentrischen Ringen auftretende Polster auf verschiedenen Früchten bildet und bei Aepfeln die Schwarzfäule erzeugt.

## 3. Hypocreaceae.

Unter den meist roth oder gelb gefärbten, selten blaue oder violette Perithecien zeigenden Pilzen dieser Familie haben wir augenblicklich noch verhältnismäßig wenige, wenn auch sehr wichtige Parasiten anzuführen. Wir sagen mit Vorbedacht: „augenblicklich“; denn es ist kaum zweifelhaft, daß der Parasitismus noch sehr vieler Arten in Zukunft nachgewiesen werden wird. Allerdings werden wir nur in relativ wenigen Fällen obligate Schmarotzer antreffen; meistens ist es Wundparasitismus und gelegentliche, unter ganz bestimmten Verhältnissen sich einstellende Ansiedlung auf lebenden Pflanzentheilen. Derartige Pilze sehen wir in den Gattungen Hypomyces und Nectria. Der bereits früher geschilderte Hypomyces Hyacinthi Sor. (S. 97) giebt uns ein Bild der Entwicklungsgeschichte der einfachen Nectrieen. Hier, wie bei allen Kernpilzen, ist das Mycel in seiner jugendlichen Entwicklungsperiode der Conidienbildung der schädigende Factor; die vollkommene Fruchtform erscheint auf dem abgestorbenen Pflanzengewebe. Die hierher gehörigen Conidienformen dürften außer in der alten Gattung Tubercularia auch in den Gattungen Gloeosporium, Fusidium, Fusisporium und Aehnlichen zu suchen sein. So lange nicht der Zusammenhang dieser Conidienformen mit den vollkommenen Kapselfrüchten nachgewiesen ist, haben wir uns nur an diese Knospenformen bei der Aufzählung der Parasiten zu halten.

a) Einfache Hypocreaceen.

Von der früheren Gattung Nectria mit rothen, im späteren Alter sich bräunenden Perithecien auf einem fleischigen oder korkigen Stroma sind nur noch die Arten mit zweizelligen Sporen und polsterförmigen Conidienzuständen bei der Gattung Nectria belassen worden. Die Arten mit Ascosporen, welche durch mehrere Querwände vielfächerig geworden sind, bilden die Gattung

Calonectria, und diejenigen, deren Sporen außer den Querwänden noch Längswände besitzen und dadurch mauerartige Fächerung zeigen, sind in der Gattung Pleonectria vereinigt worden.

**Nectria.**

Die Gattung gehört zu den Wundparasiten. Nach R. Hartig[1]) ist N. Cucurbitula Fr. die Ursache des theilweisen oder gänzlichen Absterbens der Fichten, seltener der Tannen und Kiefern. Namentlich sind es die Fraßstellen der Grapholitha paetolana, seltener Hagelschlagstellen, durch welche der Pilz eindringt. Keimfähige Sporen mittelst Scalpell in die Bast- und Cambiumzone einer Fichte oder auf die Spitze eines Zweiges, dem die Endknospe weggeschnitten, gebracht, rufen (n. Hartig) mit Sicherheit ein Absterben hervor. Geschieht die Impfung im Herbst, so tritt schon im Frühjahr ein Absterben bis auf 10 cm Ausdehnung von der Wundstelle rückwärts ein. Die Mycelfäden wachsen besonders schnell in den Siebröhren des Weichbastes oder den benachbarten Intercellularräumen weiter. Trotz der Leichtigkeit der Infektion hat die Ausbreitung des Pilzes doch ihre Grenzen; da dieselbe in der Regel aufhört, wenn das Cambium in erneuete Thätigkeit tritt und also nur im ruhenden Zustande der Wirthspflanze seine Fortschritte macht. Das todte Gewebe wird vom lebendigen durch eine Korkschicht abgeschlossen, welche in der Regel das Weiterwachsen des Parasiten im nächsten Jahre verhindert.

Das Harz scheint dem Pilze keine Grenze zu setzen, da Hartig beobachtete, daß an einem geköpften, kräftigen Gipfeltriebe das Mycel nicht nur im Zweige abwärts wächst, sondern auch in den an der Wundfläche ausgetretenen Terpentintropfen sich ausbreitet und selbst im Innern des Terpentins reichliche Conidien bildet. Die Conidien, deren Träger auf etwa stecknadelkopfgroßen Polstern sich erheben, sind theils lang, etwas spindelförmig und gekrümmt oder, namentlich an den besonders langen, verästelten Trägern, klein und fast kugelig.

Die Ausbreitung der Krankheit zeigte sich aber wesentlich abnehmend mit dem Verschwinden des Wicklers nach Frostjahren. Fichten, welche nur von der Motte, nicht aber vom Pilz befallen werden, gehen fast niemals zu Grunde, sondern erholen sich nach einigen Jahren. Bei freiem Stande und einseitigem Befallen der Stämme durch den Pilz erholt sich die Fichte ebenfalls. Es findet ein Weiterschreiten des Parasiten nicht statt. Als Gegenmittel wird der Aushieb der getödteten Fichtengipfel und das Verbrennen des Materials empfohlen.

Nectria ditissima Tul. (N. coccinea) soll nach Hartig und Goethe[2]) den Krebs der verschiedensten Laubholzbäume (Rothbuchen, Eichen, Haseln, Eschen, Hainbuchen, Erlen, Ahorn, Linden, Faulbaum, Traubenkirsche, Apfel u. A.) hervorbringen. Der Pilz kann ebenfalls nur durch Wunden in das Innere des Pflanzentheils gelangen. Oft sind es Hagelwunden; bisweilen siedelt er sich an der Astgabel an, wenn dieselbe eingerissen ist. „Oftmals ist auch die Basis eines Seitenzweiges, welcher im oberen Winkel eine Rindenverletzung besaß, die Infectionsstelle.“ Außerdem glaubt Hartig annehmen zu dürfen, daß das Mycel aus der Rinde in den Holzkörper übergehen kann, in demselben in die Höhe wachsen und an einzelnen Stellen wieder in der Rinde Krebsstellen erzeugen kann, ohne daß eine Rindenverletzung vorhergegangen ist. „Die bekannte Erscheinung, sagt R. Hartig, daß einzelne Baumindividuen mit Krebsstellen übersät sind, während Nachbarstämme derselben Art ziemlich verschont bleiben, läßt sich kaum anders erklären,

---

[1]) R. Hartig: Lehrbuch der Baumkrankheiten. 1882. S. 105. Forstwissensch. Centralbl. 1879. S. 471.

[2]) Landwirthsch. Jahrbücher 1880. S. 837.

als durch die Annahme einer Pilzwanderung im Holzkörper des Baumes." In der Peripherie der Krebsstelle treten weiße Conidienpolster, welche die größte Aehnlichkeit mit denen der Nectria Cucurbitula haben und von Willkomm[1]) als Fusidium candidum Lk. bestimmt worden sind, auf. Die leuchtend rothen, später sich bräunenden Perithecien sind kleiner als bei der vorigen Art und sitzen in den Rissen der todten Rinde.

Am häufigsten leibet die Rothbuche und zwar sowohl im jugendlichen, als auch in hohem Alter; im letzteren Falle ist die Krankheit auf die Zweige beschränkt.

Die Beobachter, welche die Entstehung der Krebsknoten auf den Einfluß der Nectria zurückführen, haben damit ein neues Moment in den Wirkungskreis des Pilzes gezogen, nämlich die Eigenschaft, Holzwucherungen zu veranlassen. Sie erklären die in manchen Fällen bis zu enormer Ausdehnung im Verhältniß zum befallenen Achsentheil sich entwickelnden Krebsknoten für einfache Ueberwallungserscheinungen. Dem ist nun gegenüber zu halten, daß die Krebsknoten nicht gewöhnliche, sondern durch ihren Bau ausgezeichnete Ueberwallungsränder sind (s. I. Theil, S. 406 und ff.). Diese, durch ausgedehnte Holzparenchymbildung charakterisirte Wucherung kann mit dem Pilze in keinen ursächlichen Zusammenhang gebracht werden; denn an anderen Bäumen derselben Gattung ist zur selbigen Zeit der Pilz in gleicher Häufigkeit und Entwicklung vorhanden, ohne daß jemals Krebsknoten zu finden wären. Die großen, todten Rindenstellen, welche ich als Brandschäden bezeichnet habe, sind an ihren Rändern oft dicht bedeckt mit den rothen Perithecien; sie sind auch umsäumt von Ueberwallungsrändern, aber diese haben den normalen Bau. Andererseits findet man Krebsgeschwülste ohne die Perithecien. Es ist somit die charakteristische Krebsgeschwulst unabhängig von der Nectria und dadurch erklärt sich auch die Hartig'sche Beobachtung, daß Krebsknoten ohne äußere Wundstellen, die dem Pilze zur Einwanderung dienen könnten, an einzelnen Bäumen entstehen. Es wäre doch wunderbar, wenn derselbe Pilz an demselben Baume ohne eine andere mitwirkende Ursache an einer Stelle große Knoten und das andere Mal an ebenso gut ernährten Stellen nur normale Ueberwallungsränder veranlassen sollte. In der That sieht man aber an krebsigen Bäumen auch flache Brandstellen mit der Nectria.

Die Impfversuche haben bisher nur dargethan, daß die Rinde durch das Mycel ruckweis einsinkt und zum Absterben gebracht wird. Auf Birnenblättern riefen Conidien und Ascosporen braune Flecke hervor.[2]) Da nun auch Krebsknoten ohne die Nectria gefunden worden, so ist eine andere Veranlassung für deren Entstehung zu suchen und diese sehe ich in einer im Individuum erblich vorhandenen Neigung zur Hypertrophie des Holzkörpers nach gewissen, allgemeiner auftretenden Verletzungen. Die praktischen Baumzüchter kennen sog. „krebssüchtige Sorten". — Wenn man nun sieht, daß die Nectria auch an solchen Stellen auftritt, die durch Frost getödtet worden sind, so wird man diesen Pilz, wie die andern Arten einfach für einen Wundparasiten erklären müssen, der ein fortschreitendes Absterben größerer Rindenpartien (Brand) einleiten kann, also die Ursache eines Pilzbrandes darstellt, aber mit der Erzeugung der Krebsknoten nichts zu thun hat.

Nectria cinnabarina bildet in ihrer als Tubercularia vulgaris bekannten, in Gestalt halbkugeliger, orangerother Polster auftretenden Conidienform den steten Bewohner der durch Frost getödteten Stellen an den verschiedensten Baumarten. Unter bestimmten Verhältnissen vermag dieser Bewohner abgestorbenen Rindengewebes aber auch

---

[1]) Die mikroskopischen Feinde des Waldes. 1866. Heft I, S. 101.

[2]) Göthe: Vorläufige Mittheilung über den Krebs der Apfelbäume. Rheinische Blätter für Wein-, Obst- und Gartenbau. Straßburg 1879. S. 87.

parasitisch aufzutreten. H. Mayr[1]) konnte durch Impfung des Holzkörpers gesunder Pflanzen von Acer, Aralia, Alnus, Aesculus, Robinia, Ulmus, Spiraea u. A., deren Erkrankung herbeiführen. Das Mycel bringt von Wundflächen, namentlich von Wurzelwunden aus in den Holzkörper und färbt denselben braungrün.[2]) Cambium und Rindengewebe bleiben gesund.

Nectria Rousseliana Tul. (Stigmatea Rousseliana Fuck.) erscheint auf Buxus sempervirens. Die Blätter welken und vertrocknen; auf ihrer Unterseite brechen fleischroth werdende Polster hervor, die spindelförmige, einzellige Conidien tragen, welche als Chaetostroma Buxi Cda. bekannt sind. Die eiförmigen, farblosen, einzelligen Ascosporen werden in einzelnstehenden, grünlichen, mit einzelnen Haaren besetzten Perithecien gebildet. Ebendaselbst kommt auch N. Desmazierii DN. mit kahlen, fleischfarbigen Perithecien vor. N. Pandani Tul. scheint eine Stammfäule der Pandaneen hervorzurufen. Saccardo giebt den Pilz als Parasiten eines andern auf Pandanus von Schröter beobachteten Pilzes, Melanconium Pandani an. — N. Peponum B. et C. auf faulenden Früchten von Cucurbita und Lycopersicum. — N. sinopica Fr. auf dürren Stengeln von Hedera Helix. — N. Ribis Oud. auf dürren Aesten von Ribes. — N. Russellii B. et C. auf Rinde von Ulmus, Morus und Magnolia. — N. punicea Fr. auf todten Zweigen von Rhamnus Frangula, Juglans Prunus Padus und Acer. — N. rhizogena Cooke auf Wurzeln von Ulmus. — Nectria Solani Reinke et B. mit der Knospenform Spicaria Solani dBy. bei welcher die eiförmigen, einzelligen, farblosen Conidien zu Ballen verklebt sind; auf trockenfaulen Kartoffeln. — Am augenfälligsten tritt der Parasitismus der Nectrien auf den Pilzen und Flechten hervor. So parasitirt N. Stilbosporae Tul. auf Zweigen von Carpinus Betulus im Stroma von Pseudovalsa macrosperma. — N. episphaeria Fr. wächst auf Xylaria, Hypoxylon, Diatrype, Cucurbitaria, Valsa, Ustulina u. A. — N. lichenicola Sacc. (Nectriella carnea Fuck.) mit der als Illosporium carneum Fr. bekannten Conidienform schmarotzt im Thallus von Peltigera canina.

b) Zusammengesetzte Hypocreaceen.

In diese Abtheilung gehören solche Gattungen, bei denen die schlauchführenden Gehäuse als krugförmige Hohlräume in das hochentwickelte Stroma eingesenkt sind. Wichtig ist die Gattung Polystigma mit farblosen, einzelligen anhangslosen, ellipsoidischen Sporen. Das Stroma bildet scharf abgegrenzte, fleischige, leuchtend gefärbte Stellen auf Blättern.

Epichloë. Stroma bildet zusammenhängende, flache, gleichmäßig den Pflanzentheil überziehende Polster, welche bei Grashalmen dieselben scheidenartig einschließen. Sporen fadenförmig.

Claviceps hat ein keulenförmiges, aus einem Dauermycel entspringendes Stroma. Sporen fadenförmig.

## Rothe Fleischflecke der Pflaumenblätter.

(Hierzu Tafel XVII.)

Der die Krankheit verursachende Schmarotzer heißt Polystigma rubrum Tul. Das vom Pilze befallene Pflaumenblatt hat glänzend rothgelbe oder

---

[1]) R. Hartig: Lehrbuch der Baumkrankheiten. 1882. S. 112.

[2]) Bot. Centralbl. 1883. Bd. XVI. S. 304.

feuerrothe Flecke von kreisrunder oder elliptischer Gestalt (Fig. 1). Auf der wachsglänzenden Unterseite des Fleckes entstehen bald noch intensiver gefärbte Punkte, welche sich als die Mündungen (ostiola) der in das Gewebe des, Pilzes und des Blattes eingesenkten Kapseln (conc eptacula) zu erkennen geben wie (Fig. 2 c) der Querschnitt eines gelben Fleckes zeigt. Diese Behälter (Spermogonien) sind kugelig, haben etwa einen Durchmesser von 0,1 mm und dicke rothe Wandungen innerhalb des parenchymatischen Pilzgewebes (Figg. 3 und 4 p), welches ebenfalls verwaschen roth gefärbt ist. Ihre Mündung ist eine kaum bemerkbare Papille (Fig. 3 o), durch welche die farblosen Spermatien treten (Fig. 3 sp).

Diese Spermatien sind sehr klein, 0,03 mm lang, oberwärts verdünnt und hakenförmig gekrümmt (Fig. 5); sie stehen am Ende eines einfachen, geraden, linearischen Sterigma's und sind bei der Reife in einen rosenrothen oder feuerrothen Schleim gehüllt, der bei Wasserzutritt wolkig herausquillt (Fig. 2 s).

Diese Entwicklungsphase des Parasiten bleibt während der ganzen Vegetationszeit des Pflaumenblattes für das bloße Auge dieselbe; erst nachdem dieses abgefallen und, auf dem Boden liegend, braun und mißfarbig geworden, beginnt der Pilz nach einer Ruhepause während der kältesten Zeit seine weitere Entwicklung.

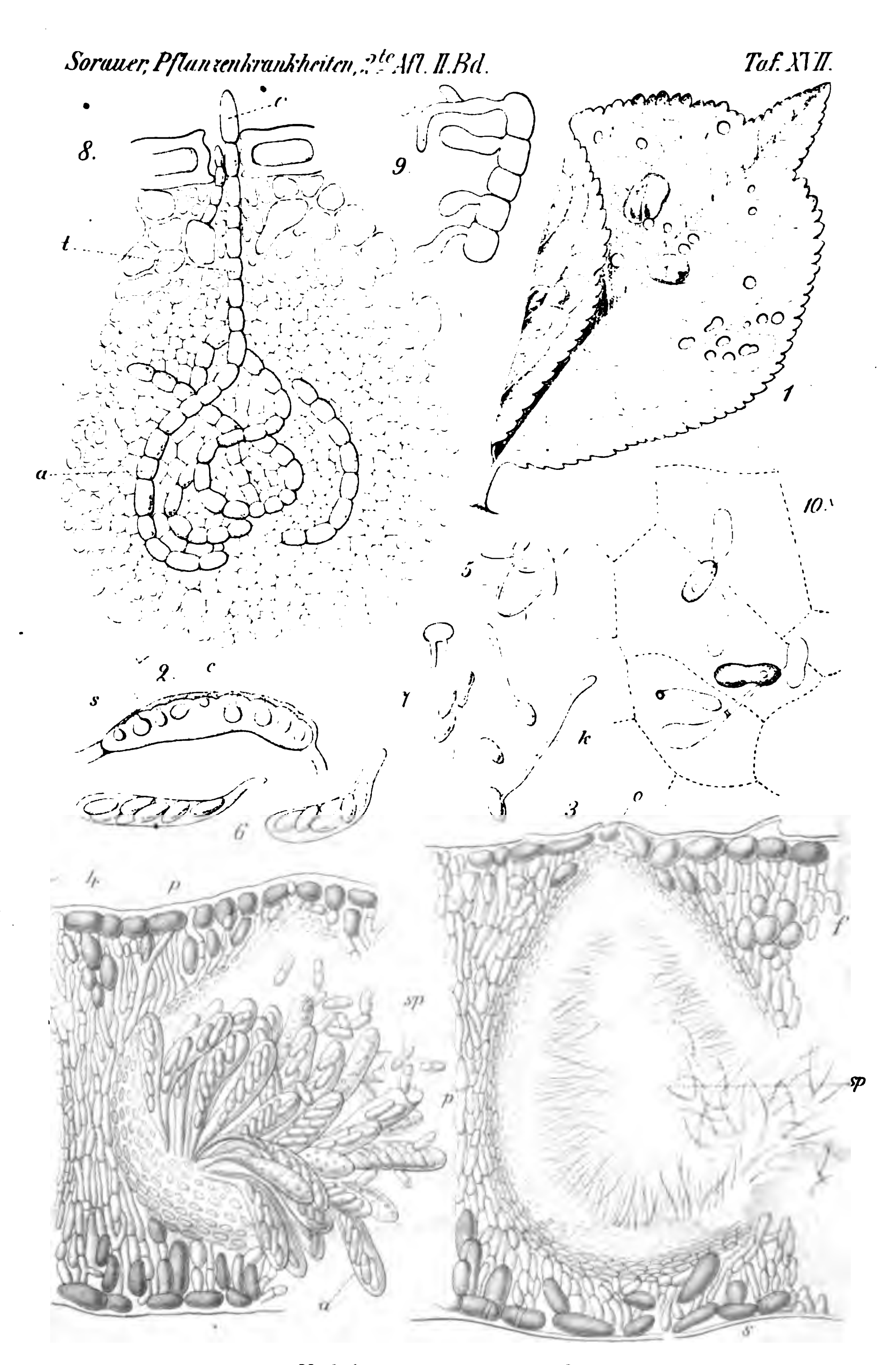
Aus dem gebräunten Stroma verschwinden bis zum Frühjahr die Spermogonien und an ihrer Stelle entstehen andere, stets einfächerige Behälter, in deren Innern sich jetzt Schläuche (Figg. 4 a und 6) mit Sporen (Fig. 4 sp) ausbilden. Die keulenförmigen, nach der Basis hin verdünnten Schläuche von 0,065 mm Länge und 0,01 mm Breite enthalten 8 ellipsoidische bis eirunde Sporen von 0,01—0,013 mm Länge und 0,006 mm Dicke; sie sind blaß, glatt, einfächerig und keimen mit Leichtigkeit. Durch Aussaat auf junge Pflaumenblätter entstehen nach ungefähr 4—6 Wochen neue Spermogonien.

Durch die Untersuchungen von Fisch[1]) und B. Frank[2]) ist ein sehr interessanter Befruchtungsvorgang, der an den bei den Flechten nachgewiesenen sich anschließt, bei diesem Pilze festgestellt worden. Man erkennt nämlich schon im Juli im Stroma des lebendigen Pflaumenblattes die ersten Anlagen der Perithecien als rothgefärbte, rundliche Ballen pseudoparenchymatischen Gewebes, welche unterhalb der Spaltöffnungen liegen und zahlreicher als die Spermogonien vorhanden sind. In diesen Perithecienanlagen differenzirt sich um diese Zeit eine dickere, schraubig gewundene, bis dreißigzellige Hyphe (Ascogon) (Fig. 8a), deren Ende weit über die Oberfläche des Stroma auf der Blattunterseite hinausreicht (Trichogyne), Fig. 8c[3]). Man kann hier ohne Zweifel

[1]) C. Fisch: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Ascomyceten. Bot. Z. 1882 Nr. 19.

[2]) B. Frank: Ueber einige neue oder weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. II. Berichte d. deutsch. bot. Ges. Bd. I. 1883. S. 58.

[3]) Fig. 8, 9 und 10 nach Fisch.




Verlag von PAUL PAREY in Berlin.

einen Befruchtungsvorgang annehmen. Denn erstens spricht dafür die Homologie der Organe mit derjenigen der Flechten, bei denen eine direkte Verbindung der Spermatien mit der Spitze der Trichogyne beobachtet worden ist; ferner sehen wir eine vollkommene Keimungsunfähigkeit der Spermatien und endlich auch ihre massenhafteste Entwicklung im Juli und August, also gerade zur Zeit, wo die Trichogynen sich entwickeln. Um die Spitze der Letzteren findet man auch ganze Massen von Spermatien angehäuft.

Frank beobachtete sogar auch Fälle, in denen ein Spermatium mit der Trichogynspitze vereinigt und dabei substanzärmer und in seinen Umrissen undeutlicher geworden war.

Bis zum April ist aus diesen Anlagen ein fertiges Perithecium geworden; schon im Februar beginnen die Streckungserscheinungen im umgebenden Gehäuse und die Vergrößerung der mit kürzerem Plasma angefüllten Ascogonzellen, die bald darauf aussprossen (Fig. 9) und deren Aeste zwischen die vom Grunde des Peritheciums ausgehenden Paraphysen hineinwachsen. Die Aussprossungen nehmen eine schlauch- bis keulenförmige Gestalt an und beginnen früher oder später sich zu verzweigen; sie trennen sich durch eine Scheidewand von den erschöpften Ascogonzellen und bilden in ihren letzten Verzweigungen die Anfänge der Sporenschläuche. Mit deren Vergrößerung hält die Rückbildung der Paraphysen gleichen Schritt.

Die auf Wasser oder einer feuchten Unterlage ausgesäten Sporen treiben alsbald einen kurzen Keimschlauch, dessen Spitze stets zu einer länglichen Anschwellung von der ungefähren Größe der Spore wird. Die Anschwellung nimmt allen Inhalt der Spore auf, trennt sich durch eine Querwand ab und bräunt sich; sie liegt stets mit abgeplatteter Fläche der Unterlage auf und falls diese Unterlage ein Pflaumenblatt ist, treibt sie einen schlauchartigen Fortsatz durch die Außenwand der Epidermiszelle. Wir dürfen mit Frank in dieser Anschwellung ein Haftorgan erblicken. Das daraus hervorgehende Mycel war bei den Frank'schen Impfversuchen nach ungefähr 5—6 Wochen zu einem normalen Stroma herangewachsen, das bereits die ersten Spermogonien erkennen ließ. Wie bereits erwähnt, ist nun von Frank derselbe Befruchtungsvorgang auch bei der zu den einfachen Sphärien gehörigen Gnomonia erythrostoma nachgewiesen worden.

Es unterliegt somit keinem Zweifel, daß die Krankheit sich von einem Jahre auf das andere durch die alten Pflaumenblätter fortpflanzt.

Wahrscheinlich hängt es von der Frühjahrswitterung ab, ob viele Sporen sich auf den Blättern entwickeln; denn dieselben Bäume leiden in einem Jahre mehr, als in einem anderen. Tritt der Parasit an jungen Bäumen sehr häufig auf, so kann er durch Herbeiführung einer kümmerlichen Ernährung merklichen Schaden verursachen, indem die kranken Blätter früher abfallen.

Ein Mittel gegen die Schäden, welche Polystigma verursacht, kann nur in der Entfernung der Infectionsheerde, also der alten, abgefallenen Blätter gefunden werden und da man in der Praxis die halbverfaulten Blätter nicht auflesen oder zusammenharken kann, so wird sich, namentlich in den Baumschulen, ein frühes Umgraben zwischen den Bäumen vor dem Laubausbruch empfehlen.

Diese Maßregel wird sich aber auch auf die Umgebung von Schlehensträuchern erstrecken müssen, da auf den Blättern derselben die Polystigma rubrum ebenfalls reichlich sich einfindet.

Eine zweite Art, Polystigma fulvum Tul. auf den Blättern der Ahlkirsche (Prunus Padus) hat für die Praxis nur eine geringe Bedeutung.

Diese Art, welche von Saccardo als Pol. ochraceum aufgeführt wird, soll nach Angabe dieses Mycologen auch auf Prunus Cerasus und in einer Varietät (var. aurantiacum West.) auf den Blättern von Pirus und Crataegus erscheinen. Wir vermuthen, daß hier eine Verwechslung mit den durch Roestelia verursachten Flecken vorliegt. Ebenso zweifelhaft ist eine auf Rumelia oblongifolia in Arkansas vorkommende Pol. Rumeliae Sacc. (Dothidea Rumeliae Schw.).

### Figurenerklärung.

Fig. 1. Pflaumenblatt besetzt mit rothen Flecken des Polystigma rubrum Tul.

Fig. 2. Querschnitt einer rothen Blattstelle mit den als krugförmige Einsenkungen erscheinenden Spermogonien c, aus denen die Spermatien in Schleimranken s ausgestoßen werden.

Fig. 3. Stark vergrößertes Spermogon mit seiner Ausgangsöffnung o für die hakenförmig gekrümmten Spermatien sp; p ist das rothe pseudoparenchymatische Pilzgewebe.

Fig. 4. Stück eines schlauchführenden Conceptaculums aus einem abgestorbenen Blatte a die Schläuche, sp die Schlauchsporen, p braun gefärbtes pseudoparenchymatisches Pilzgewebe.

Fig. 5. Spermatien.

Fig. 6. Sporenschläuche.

Fig. 7. Keimende Ascosporen; k Keimschlauch.

Fig. 8. Fruchtanlage; a das vielzellige Ascogon, dessen Ende als trichogyne t, durch eine Spaltöffnung mit seiner Spitze c über die Blattoberfläche tritt, um die massenhaft erzeugten Spermatien aufzufangen.

Fig. 9. Ascogonzellen treiben Aussprossungen, deren letzte Verzweigungen die Sporenschläuche bilden.

Fig. 10. Die auf ein Pflaumenblatt ausgesäten Ascosporen treiben einen kurzen Keimschlauch, der sich zu einem Haftorgan erweitert; von diesem sich bräunenden Haftorgan entspringt der die Epidermiszelle durchbohrende Fortsatz.

## Der Erstickungsschimmel des Timotheegrases.

Der Pilz, welcher den Namen Epichloë typhina Tul.[1]) führt, bildet eine bleiche, etwa fleischige, die Unterlage überziehende Masse, in der sich auf dem noch lebenden Pflanzentheil die Perithecien ausbilden. Diese Unterlage besteht aus unsern werthvollsten Wiesengräsern.

[1]) Sphaeria typhina Pers., Cordyceps typhina Fr., Hypocrea spec. Fr., Typhodium graminis Lk., Polystigma typhinum DC. etc.

Epidemisch ist der Schmarotzer aber bis jetzt nur an dem Timotheegrase (Phleum pratense L.) beobachtet worden. Dieses wichtige Futtergras hatte bisher wenig von Krankheiten zu leiden. Außer Rost und Mutterkorn, die selten größeren Schaden anrichteten, war kein Parasit bekannt, bis in neuerer Zeit durch Kühn[1]) ein Fall von derartigem Erkranken beobachtet wurde, daß ein Dritttheil der sämmtlichen Pflanzen eines großen Kleeschlages ernstlich litt. Die Ursache war die obengenannte Epichloe. Die Erkrankung zeigt sich zunächst in Form eines grauweißlichen, später gelben, schimmeligen Ueberzuges, der die Blattscheide und bisweilen die Unterseite der oberen Blätter junger, nicht blühender Triebe überzieht. Der Ueberzug entsteht durch das dichtverflochtene Mycel, dessen zahlreiche, aufrechte, äußerst kleine, borstenförmige Aeste eiförmige, 0,005 mm messende Conidien erzeugen. Nachdem die Conidienbildung eine längere Zeit angedauert, bilden sich auf dem filzigen Gewebe zuerst vereinzelt, später in zusammenhängender Schicht vereinigt, die kleinen kugelig-eirunden, fleischigen, etwa 0,4—0,6 mm hohen, goldgelben Perithecien aus, welche an ihrem Scheitel die ungefärbten, linearischen Schlauchsporen austreten lassen. Diese meist geraden, bisweilen gekrümmten (nach Kühn vielkammerigen) Sporen liegen zu acht in jedem der lanzettlich-linearischen, dünnwandigen, mit verdicktem Stiele versehenen Schläuche, welche alsbald vergehen und die wasserhellen Sporen in Freiheit setzen. Solche gelbe, reife Perithecien fanden die Gebrüder Tulasne schon im Juni.

Daß spätgebildete Perithecien ohne Schaden den Winter überstehen, ist mit Sicherheit anzunehmen, und daß dadurch die Krankheit von einem Jahre auf das andere übertragen wird, somit erklärlich, selbst wenn die Vermuthung sich nicht bestätigen sollte, daß das Mycel an dem im Boden bleibenden Theile mehrjähriger Gräser den Winter überdauert. Die Conidien übernehmen, wie überall, die sofortige Fortpflanzung im Sommer.

Wir haben an dieser Krankheit ein Beispiel des sog. „plötzlichen Befallens" vor uns; denn bis zu den Beobachtungen von Kühn war von einer epidemischen Verbreitung des Pilzes nichts bekannt, obgleich derselbe früher schon vielfach beobachtet worden war. So beschreibt ihn Persoon[2]) schon im Jahre 1801 als Schmarotzer auf verschiedenen Gräsern unter dem Namen Sphaeria typhina; Fries[3]) im Jahre 1823 als Dothidea typhina. Einem genaueren Studium wurde der Pilz von Tulasne[4]) unterworfen und unter dem Namen Epichloe typhina beschrieben. De Bary[5]) weist gleichzeitig (gegen Bail) nach, daß die Sphaeria typhina P. ein ächter Endophyt ist, dessen

---

[1]) Zeitschr. des landw. Centralvereins d. Prov. Sachsen. 1870, Nr. 12.
[2]) Synopsis method. fung. S. 29.
[3]) Systema myc. II S. 553.
[4]) Selecta fungorum carpologia III. S. 24.
[5]) Flora 1863, cit. in Mykol. Ber. v. Hoffmann. Bot. Zeit. 1865, S. 100

Mycel vom Grunde der Graspflanze in den Intercellularräumen des Stengelmarkes emporsteigt. In der Tulasne'schen Beschreibung wird hervorgehoben, daß der Pilz auf Rispengras (Poa bulbosa L. und nemoralis L.), auf Honiggras (Holcus lanatus L.) und auf dem Knauelgrase (Dactylis glomerata L.) schmarotze. Letztere Nährpflanze fand auch Fuckel[1]) häufig befallen; doch findet sich bei keinem Autor die Notiz über ein Auftreten des Pilzes in Besorgniß erregendem Grade.

Die Krankheitsursache war also stets vorhanden; doch fehlten die Bedingungen für ihre massenhafte Verbreitnng. Sind dieselben einmal günstig, dann tritt der Pilz epidemisch auf und seine Verbreitung wird um so mehr bei Kulturpflanzen erleichtert, weil dieselben dicht beisammen stehen, mithin die vom Winde verwehten Sporen in allen Richtungen in unmittelbarer Nähe der zuerst befallenen Pflanzen sofort einen passenden Mutterboden finden, während ein solcher bei zerstreuetem Stande der Nährpflanzen nicht so oft geboten wird. Aus Mangel daran geht ein großer Theil der Fortpflanzungsorgane des Pilzes zu Grnnde. Insofern vermehrt die Kultur die Erkrankungsfälle.

Als Mittel gegen die obige Krankheit empfiehlt Kühn das sofortige Abmähen, sobald man das häufigere Auftreten des grauweißen Ueberzuges bemerkt. Das Feld wird darauf als Schafweide benutzt.

## Das Mutterkorn, Hungerkorn (Claviceps purpurea).

a) Sclerotiumzustand.[2])

Wir bezeichnen mit dem Namen Mutterkorn jene meist langgestreckten, häufig etwas gekrümmten, kantigen, gefurchten, außen grau violetten, zuweilen bestäubten, nach innen zu weißen, aus parenchymatisch verbundenen Pilzzellen gebildeten, nicht selten mit einem gelbschmutzigen Anhängsel (Mützchen) versehenen Körper, welche einzeln oder zu vielen auf den Getreideähren erscheinen und die in ihrer Gestalt meist Aehnlichkeit mit dem Getreidekorn haben, das sie vertreten. Diese Körper wurden zunächst auch als krankhaft veränderte Getreidekörner aufgefaßt. Selbst nachdem das Mikroskop schon den von einem Getreidekorne vollständig abweichenden inneren Bau des Mutterkornes nachgewiesen und nachdem bereits bei anderen Pflanzen ganz ähnliche Gebilde beschrieben, diese auch von Tode in seinen Fungi Mecklenburgenses selecti im Jahre 1790 zu einem besondern Pilzgenus „Sclerotium" vereinigt worden, begegnen wir in der wissenschaftlichen Literatur immer wieder der Auffassung des Getreide-Mutterkorns als eines degenerirten Fruchtknotens.

---

[1]) Symbolae mycologicae 1870, S. 185.

[2]) Syn.: nach Fries (Syst. myc. II. 269.) Clavi Siliginis Lonic., Secalis mater Thal., Secale luxurians Bauh., Grana secalis degenerati Brunner, Clavaria solida oblonga subulata sulcata Münchh., Clavaria Clavus Schrank, Secale cornutum Bald., Sclerotium Clavus DC., Spermoedia Clavus Fr.

So spricht Plenk[1]) fünf Jahre nach der Aufstellung der Pilzgattung Sclerotium von dem „Auswachsen des Roggens oder andrer Getreidearten in schwarzveilchenblaue Hörnchen", die er Kornzapfen nennt und auf verschiedenen Gräsern, wie dem Kanariengrase (Phalaris canariensis), dem hohen Hafergrase (Avena elatior), dem Mannaschwaden (Glyceria fluitans), Taumellolch (Lolium temulentum), der Quecke (Agropyrum repens) und auf den angebauten Gerste-, Hafer- und Weizenarten bereits beobachtet hatte. Der gelehrte Doktor der Wundarzneikunst unterscheidet einen bösartigen, innerlich bläulich grauen, staubigen, ekelhaft stinkenden, scharf ätzend schmeckenden Kornzapfen, der dem Brote eine veilchenblaue Farbe geben, und einen „guten Kornzapfen", der innerlich weiß und mehlig, ohne Geruch und Geschmack sein soll. Letzterer sei, dem Brotmehle beigemischt, unschädlich; Ersterer dagegen verursache die furchtbare Kriebelkrankheit und in anderen Jahren den Brand in den äußeren Gliedmaßen.

Diese Ansicht von zweierlei Mutterkorn ist, wie Meyen[2]) schon vermuthet, dadurch hervorgebracht, daß auch der Steinbrand als Mutterkorn aufgefaßt wurde, möglicherweise, weil es scheinbar Uebergänge vom Steinbrande zum Mutterkorn giebt. Diese Uebergänge sind, wie Tulasne und Kühn beobachtet haben, dahin zu erklären, daß ein vom Steinbrande bereits befallener Fruchtknoten auch noch den Mutterkornpilz trägt und dieser mit dem Steinbrande zu einer einzigen Masse verschmilzt.

Obgleich nun diese Ansicht von zweierlei Mutterkorn niemals eine Bestätigung erfahren, wurde sie doch in spätere Lehrbücher[3]) hin und wieder aufgenommen. Kühn erwähnt in seiner alsbald näher zu besprechenden ausführlichen Arbeit[4]) auch eines rothen Mutterkornes, das nach Lauer von eisenschüssigem und nassem Boden herrühren soll, in der That aber nichts anderes als ein gewöhnliches Mutterkorn ist, das von einem Pilzparasiten (Fusarium graminearum Schw.) bewohnt wird. Auch Hoffmann (Bot. Zeit. 1864, S. 270) sah rothe Mutterkörner von Lolium perenne. Die rothe Färbung rührte von Fusarium heterosporum Ns. her. Dabei blieb auch immer noch, namentlich in den Kreisen der Praxis, die Meinung herrschend, das Mutterkorn wäre ein degenerirter Fruchtknoten. Die kräftigsten Vertheidiger in neuerer Zeit waren Fée und Phöbus[5]). Der Erstere führt an, daß das Mutterkorn weder Sporen, noch Sporenschläuche, wohl aber mißgebildete Stärkekörnchen enthalte und daß seine äußere Rinde aus dem Gehäuse der Roggenfrucht bestehe. Phöbus dagegen erklärt die Masse des Mutterkorns für verändertes Eiweiß, die Rinde desselben für die Samenschale des Kornes. Aehnlich sprachen sich andere Forscher wie Geoffroy, Bernhard Jussien, Willdenow und Link aus. Einer der bedeutendsten Pilzforscher, Fries[6]), führt zwar das Mutterkorn als Pilz unter dem Namen Spermoedia Clavus Fr. auf, hält aber das ganze Gebilde doch für einen kranken Grassamen und spricht diese 1823 veröffentlichte Meinung auch in seinem 1849 erschienenen Werke (Summa vegetabilium Scandinaviae) noch aus, nachdem sich auch Leveillé, dem wir die ersten Angaben über die wahre Natur der dem Mutterkorn entsprechenden Gebilde an anderen Pflanzen verdanken, 1842

---

[1]) Physiologie und Pathologie d. Pfl. 1795, S. 130.

[2]) Pflanzenpathologie 1841, S. 204.

[3]) Willdenow: Grundriß der Kräuterkunde 1831, S. 502.
Haubner: Gesundheitspflege. Greifswald 1845, S. 428.

[4]) Mittheilungen aus dem physiolog. Laborat. des landwirth. Instituts d. Univers. Halle 1863, S. 17.

[5]) Nach Berg: Handbuch der pharmazeutischen Bot. Bd. II. Pharmakognosie I. 1857, S. 8.

[6]) Systema mycolog. II. S. 268.

in seinem Mémoire sur le genre Sclerotium dahin ausgesprochen, daß das Mutterkorn des Getreides nur eine Monstrosität des Grasfruchtknotens sei.

Unabhängig zunächst von diesem Bestreben, die Mutterkornkrankheit des Getreides zu erklären, haben zahlreiche Forscher ihre Aufmerksamkeit dahin gerichtet, bei anderen Pflanzen solche Gebilde vom Baue des Getreidemutterkorns aufzusuchen. Man vereinigte alle rundlichen, soliden, harten, mit einer Rinde versehenen, nicht aufspringenden Pilzmassen ohne Sporenbildung zunächst in die von Tode aufgestellte Gattung Sclerotium. Nach Münter[1]) führte der Gründer der Gattung bereits acht verschiedene Arten auf und bemerkt bei der Beschreibung einer Art, des Sclerotium subterraneum, daß dasselbe einem Hutpilze aus der Familie der Mucerons (Agaricus esculentus Murr.) zum Ausgangspunkte diene und von demselben so begierig verzehrt werde, daß nur die Haut des Sclerotium zuletzt noch übrig bleibe. Diese Bemerkung ist darum wichtig, weil dadurch zum ersten Male ein hochorganisirter Pilz mit einem Sclerotium in Zusammenhang gebracht wird. Tode faßte, wie dies zunächst sehr natürlich war, die Sache so auf, daß dieser Hutpilz auf dem Sclerotium schmarotze. Persoon[2]), der 1801 sein Werk über Pilze veröffentlichte, erwähnt schon 16 Arten, die er in der Nähe der Trüffeln systematisch einordnete.

Er citirt dabei ausführliche Beobachtungen von Bulliard über ein Sclerotium (crocorum Bull.), welches die Crocuszwiebeln in großen Massen schnell zerstört. Pyr. de Candolle zählte im Jahre 1816 bereits 39 Arten von Sclerotien auf und bei Fries[3]) finden wir im Jahre 1823 schon 54 Arten, obgleich derselbe einige frühere nicht aufführt und andere, wie das obenerwähnte Sclerotium crocorum mit de Candolle in das Geschlecht Rhizoctonia verweist. Léveillé endlich schätzt die Anzahl der Arten auf hundert.

Mit der Zahl der beobachteten Sclerotien wuchs auch die Zahl derjenigen Fälle, bei denen man aus diesen harten Dauergebilden vollkommene Pilze aus den Gattungen der Hut-, Kern- und Scheibenpilze hervorkommen sah, ja man nahm auch wahr, daß einzelne der aus Sclerotien hervorgegangenen Hutpilze sich auch direkt aus einem fädigen Mycel entwickelten. Andererseits beobachtete man, daß die Sclerotien aus einem fädigen Gewebe hervorgehen, das sich reich verästelt und, zu dichten Massen zusammentretend, im Inneren dieser Massen den Dauerkörper erzeugt. Man sah auch bisweilen, daß der lockere Theil dieses Pilz-Gewebes an aufrechten Aesten Sporen entwickelte, die alsbald wieder zu einem Mycel auswachsen konnten; das Gewebe verhielt sich somit wie ein Schimmelpilz.

Gestützt auf diese Beobachtungen kam Léveillé zu dem Schlusse, daß die Sclerotien Gebilde sein müssen, die in solchen, für die Vegetation des Pilzes ungünstigen Verhältnissen entstehen und den Zweck haben, die Art so lange zu erhalten, bis günstigere Vegetationsbedingungen für dieselbe eintreten. Es sind zufällige Gebilde, sagt Léveillé weiter, die bei verschiedenen Arten unter Umständen entstehen oder auch fehlen können; demnach sind die Sclerotien als eine Art Wurzelstock anzusehen, der aus Pilzfäden gebildet ist.

Selbst Léveillé, der nun für die bei andern Pflanzen vorkommenden ähnlichen Gebilde die richtige Deutung gegeben, sah in dem Mutterkorn des Getreides, dem Sclerotium Clavus DC. immer noch den degenerirten Frucht-

---

1) Siehe Münter: „Beitrag zur ferneren Begründung der Lehre vom Generationswechsel für die Gruppe der Pilze." (Tiré-à-part du Bulletin du Congrès International de Botanique et d'Horticulture. Amsterdam 1865.)

2) Synopsis methodica fungorum 1801, S. 120—126.

3) Fries: Systema mycol. II. 246.

knoten, der einen von ihm entdeckten, als weißer Filz in der Getreideblüthe auftretenden Fadenpilz, Sphacelia segetum Lév. beherberge.

Die Zusammengehörigkeit dieses weißen Schimmelgewebes mit dem später erscheinenden, schwarzen Mutterkornkörper war ohne Léveillé's Wissen bereits nachgewiesen worden. Nach den Angaben von Carruthers[1]) soll schon 1805 der Bau und die Beziehung der Sphacelia zum Sclerotium von Bauer erkannt worden sein. Meyen, der 1841 seine Beobachtungen über die Sphacelia veröffentlichte, hielt dieselbe für das Mycel des Mutterkornes. Mit der Reife löst sich bekanntlich das Mutterkorn von der Nährpflanze und die parasitische Thätigkeit des Pilzes ist zu Ende. Dieses Verlassen der Wirthspflanze nennt de Bary „Lipoxenie“[2]); der Pilz braucht zu seiner Weiterentwicklung nur noch die Reservestoffe, die er im Dauermycel gespeichert hat.

Aber noch blieb zunächst eine wichtige Frage zu lösen. Was wird aus diesem Dauerkörper, den wir Mutterkorn nennen? Diese Frage beantwortete Tulasne[3]) im Jahre 1852 durch Aussaat einer großen Menge Mutterkörner in einen Blumentopf. Er sah, was zunächst vor ihm schon mehrfach beobachtet worden, Pilze in Form gestielter, röthlicher Köpfchen erscheinen. Diese Pilze hatte Schuhmacher als Sphaeria entomorhiza, Fries als Sphaeria purpurea und Wallroth als Kentrosporium purpureum[4]) beschrieben. Das Verdienst Tulasne's ist es aber, nachgewiesen zu haben, daß diese Pilze, die rothen Keulensphärien (Claviceps purpurea Tul.) auf dem Sclerotium kein zufälliger Schmarotzer, sondern eine direkte Fruchtform desselben sind, daß somit der Mutterkornkörper nur eine zeitliche Form ist für ein und denselben Pilz, der zunächst in der Gestalt eines weißen Schimmels unter dem Namen Sphacelia segetum auftritt, der alsdann zur Winterruhe die feste Gestalt annimmt, die wir als Sclerotium bezeichnen, um nach dieser Ruhe sich zu einem vollkommenen Pyrenomyceten zu verwandeln.

b) Vollkommener Zustand. (Tafel XVIII.)

So stellt sich denn jetzt, nachdem die Forscher mehr als ein halbes Jahrhundert zur richtigen Erkenntniß des Mutterkornpilzes gebraucht haben, dessen vollkommene Entwicklungsgeschichte auf der Roggenpflanze folgendermaßen dar.

Die ersten Jugendzustände des Pilzes, der am Ende seiner Vegetationszeit im ersten Jahre den, je nach der bewohnten Grasart[5]) etwas abweichend

---

[1]) On Ergot. Journ. of the Royal Agric. soc. of England 1874, cit. Bot. Jahresb. 1875, S. 224.

[2]) de Bary: Vergleichende Morphologie und Biologie rc. Leipzig 1884, S. 417.

[3]) Annales des sciences naturelles. 3. serie. tome XX. p. 56.

[4]) Cordiceps (Fr.) Lk.

[5]) Von der allgemein bekannten Form des Roggenmutterkorns unterscheidet sich das des Weizens durch seine durchschnittlich kürzere, verdickte, bauchige Gestalt; das von der Zwenke (Brachypodium silvaticum Palis.) ist meist linear und planconvex und oft

gestalteten Mutterkornkörper liefert, sind für das ungeübte Auge nicht bemerkbar. Der Fruchtknoten einer jungen Roggenblüthe, die später an Stelle der Frucht ein Mutterkorn (Fig. 1 sc) liefert, zeigt sich äußerlich oft auch dann noch einem gesunden Organe vollkommen gleich, wenn im Inneren desselben bereits alles zerstört und durch ein feines, gelblich weißes Pilzgeflecht ausgefüllt ist. Wird ein solcher Fruchtknoten vorsichtig geöffnet, so erscheint die Pilzmasse auf ihrer Oberfläche mehr oder weniger regelmäßig durch gewundene Furchen in Abtheilungen zerlegt (Fig. 2 sph), die Meyen mit den Abtheilungen eines Thiergehirns vergleicht. Dieselben gewundenen, die Pilzmasse theilenden Hohlräume finden sich auch im Inneren des Mycelgeflechtes, von dem aus sich auf feinen Stielchen (Fig. 2 st) unzählige, eiförmige, mit einem oder zwei glänzenden Kernen versehene Sporen ablösen (Fig. 2 c); diese werden durch eine schleimige Flüssigkeit zu einer zusammenhängenden, trüben, zähen Masse mit einander verbunden. Von dem normalen Inhalte des Fruchtknotens, der Samenknospe, sind nur noch Spuren in Form kleiner Fetzen von Zellgewebe, das hier und da Stärkekörnchen enthält, vorhanden. Allmählich werden auch die Wände des Fruchtknotens von dem Pilze, der in diesem Zustande vollkommen einem Fadenpilze (Hyphomyceten) gleicht und als solcher von Léveillé den Namen Sphacelia segetum[1]) erhalten hat, durchbrochen.

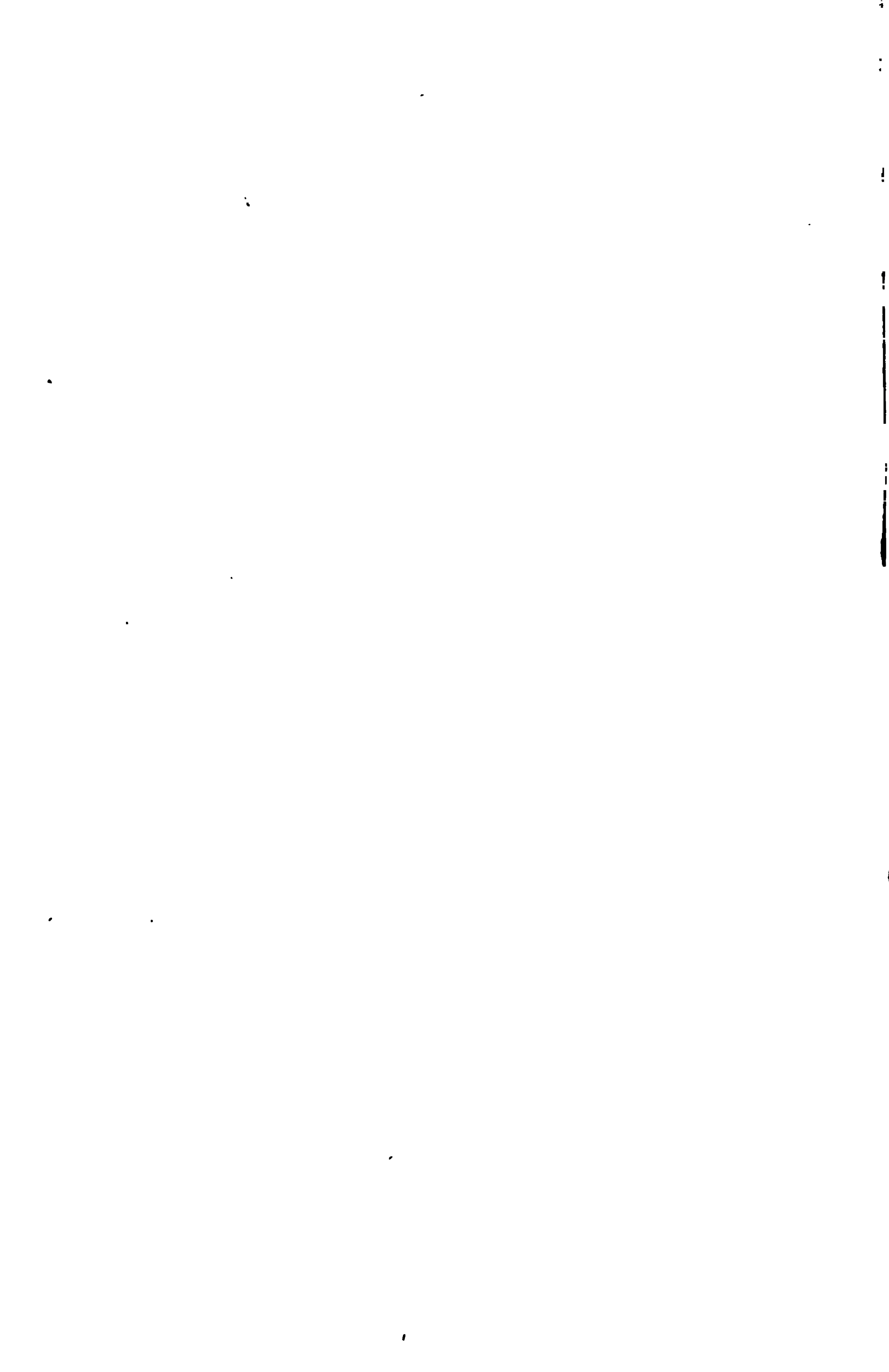
Mit dem Hervorwuchern des Pilzes, der alsbald die ganze Fruchtknotenhülle überspinnt, zeigt sich auch die schleimige, fade-süßlich schmeckende Flüssigkeit, welche wir für ein Auflösungsprodukt der Pilzfäden halten, in Tropfen an der Basis der Blüthe. Hier durchtränkt sie bei zunehmender Ueppigkeit der Pilzvegetation und einer demgemäß reichlicher auftretenden Menge die Spelzen des Roggenblüthchens an ihrer Basis und quillt endlich sogar aus dem Blüthchen heraus. Wir haben jetzt den „Honigthau" vor uns, von welchem seit langen Jahren die Praxis behauptet, daß, je reichlicher derselbe in einem Jahre auftritt, auch um so reichlicher im Felde Mutterkorn zu finden ist. Diese Behauptung findet ihre vollständige Bestätigung und Erklärung. In manchen Fällen zeigt sich zunächst die Pilzwucherung mehr äußerlich am Fruchtknoten; dann findet man schon Honigthau, wenn der Fruchtknoten noch ziemlich erhalten erscheint.

---

seitlich zusammengedrückt, fast zweischneidig bei dem geknieeten Fuchsschwanze (Alopecurus geniculatus L.); eine andere Art ist cylindrisch bei dem blauen Schindermann (Molinia coerulea Mnch.) und dem Teichrohr (Arundo Phragmites L.). Es zeigt sich, wie Tulasne in seinem „Mémoire sur l'ergot des glumacées" S. 22 sagt, bei dem Mutterkorne „une certaine ressemblance avec la graine qu'il remplace".

[1]) Syn.: Fusarium heterosporium Nees.
Oidium abortifaciens B. et Br. } nach Cooke: Handbook of British Fungi.
Ergotetia abortifaciens B. et Br. }

Verlag von PAUL PAREY in Berlin.



Bringt man etwas von diesem Honigthaue unter das Mikroskop, so stellt sich derselbe als ein Schleimtropfen dar, in welchem große Mengen jener eirunden oder ellipsoidischen Sporen (Stylosporen des Mutterkornpilzes) suspendirt sind. Schon nach 12 Stunden sieht man diese Stylosporen in feuchter Luft keimen (Fig. 3) und entweder direkt zum Mycelfaden sich verlängern oder auch erst secundäre Conidien (Fig. 4c') bilden, die dann in einen Mycelfaden auswachsen. Daraus erklärt sich die schnelle Verbreitung der Krankheit, wenn etwas Honigthau in ein gesundes, junges Blüthchen übergeführt wird.

Erfolgt die Infection, die sich leicht künstlich ausführen läßt, zu einer Zeit, wo der Fruchtknoten in seiner Entwicklung weiter vorgeschritten, so kommt es vor, daß derselbe nur theilweise zerstört wird und der gesund bleibende Theil von der, von unten nach oben sich ausdehnenden Pilzmasse in die Höhe gehoben wird, so daß er nachher am ausgebildeten Mutterkornkörper noch nachweisbar ist.

Während diese Fadenpilzform (Sphaceliaform) sich immer mehr ausbreitet und die jüngeren, oberen Theile immer noch reichlich Stylosporen und Honigthau bilden, zeigen sich an der Basis des Blüthchens die Pilzfäden mit bedeutend angeschwollenen Zweigen, die sich theilweis abgliedern und in ihrem Inneren große Oeltropfen erzeugen. Diese verdickten, gegliederten Fäden vereinigen sich von unten nach oben zu einem gleichmäßig dichten, festeren Körper, an dessen Oberfläche die Pilzfäden eine Zellschicht bilden, deren Inhalt röthlich bis violett gefärbt erscheint. In dieser Weise entsteht der Mutterkornkörper (Fig. 5sc), auf dessen Spitze immer noch die Pilzfäden der Sphaceliaform weiter wuchern (Fig. 5sph), um endlich zu vertrocknen und das Mützchen zu bilden, das meist auf der Spitze der Mutterkörner zu finden ist und bisweilen auch noch die eingesponnenen und vertrockneten Staubgefäße und Narben des ursprünglichen Blüthchens enthält (Fig. 1m). In der Zeichnung stellt Fig. 6 einen jungen Roggenfruchtknoten dar, dessen Oberfläche mit Ausnahme des Gipfels von den gefurchten Pilzmassen der Sphacelia überzogen ist. Aeltere Zustände zeigen die Figuren unter Nr. 5, von denen die linke Figur den Längsschnitt eines Theiles der rechts stehenden Figur zur Anschauung bringt; sc ist der bereits fertig gewordene, solide Dauermycelkörper, während sph noch die Sphaceliaform darstellt; g ist der leere und zusammengedrückte, in die Höhe gehobene Rest des Grasfruchtknotens (nach Tulasne). Ein Querschnitt der Region 5r ist in Fig. 2 bedeutend vergrößert dargestellt. Hier zeigen sich die, gewundene Höhlungen zwischen sich lassenden, Mycel- und Conidienmassen der Sphacelia, welche von Kühn als Stylosporenapparat des vollkommenen Pilzes, Claviceps purpurea angesprochen werden; c sind die abgeschnürten Stylosporen, sc ist das solide Gewebe (Pseudoparenchym) des fertigen Mutterkornkörpers, dessen äußere Schicht sich als dunkle Rinde r kenntlich macht.

Mit der Bildung des Mutterkornes, des Dauermycelkörpers, hat der Pilz seine ersten Vegetationsphasen durchlaufen. Die Zeit, welche bis zum Eintritt in diesen Sclerotiumzustand erforderlich ist, hängt von der Witterung ab. Ist dieselbe trocken, so findet man erst 14 Tage nach dem Erscheinen des Honigthaues die schmierig weiche Sphaceliamasse zum Mutterkorn umgebildet; bei feuchtem Wetter dagegen, welches üppige Pilzvegetation und reichliche Bildung des Honigthaues hervorruft, vollzieht sich dieser Vorgang bisweilen schon in 6 Tagen. Unter letzteren Verhältnissen tritt dann noch eine Erscheinung auf, welche man früher als Krankheitsursache betrachtete: die giftigen, stinkenden Nebel; diese finden ihre einfache Erklärung in der durch nebeliges Wetter hervorgerufenen starken Bildung des eigenthümlich riechenden Schleimes,[1]) des Honigthaues. Geht man in trüben, nebeligen Tagen an reichlich erkrankten Feldern vorüber, ist der Geruch sehr merklich und die Annahme, daß dies der Nebel sein müsse, sehr entschuldbar.

Die Ruhezeit, welche das Sclerotium braucht, hängt ebenfalls von der Witterung ab. Bei künstlichen Aussaaten, die Kühn[2]) zur Wiederholung der Tulasne'schen Versuche machte, zeigten sich die ersten Anfänge der Weiterentwicklung des Roggenmutterkornes nach 90 Tagen. Tulasne säete die ersten Sclerotien gegen Ende Juli und beobachtete deren Auswachsen zu Ende Oktober.[3]) Im Durchschnitte also dürfte die Ruheperiode 3 Monate dauern.

Die Weiterentwicklung des Mutterkornkörpers giebt sich zuerst durch ein stellenweises Aufbrechen der dunkelen Rinde kund. Aus der aufgebrochenen Stelle erhebt sich ein kugeliger, dichter, weißer Körper, der allmählich an Durchmesser zunimmt und dabei auf seiner Oberfläche häufig Tropfen einer klaren Flüssigkeit zeigt. Mit der Zeit heben sich durch die nachwachsenden Stielchen die ursprünglich herausgetretenen Gebilde als kleine Köpfchen von dem Mutterkornkörper ab, welcher allmählich vollständig ausgesogen wird. Zunächst erstreckt sich diese Aufzehrung des Sclerotiums auf die Umgebung der Stellen, an denen die jetzt gestielten, gelblich bis purpurfarbigen Köpfchen (Fig. 7) hervorgebrochen sind; später werden auch die weiter entfernten Zellen des Pseudoparenchyms immer dünnwandiger, verlieren ihren öligen Inhalt und gehen augenscheinlich einer langsamen Zerstörung entgegen.

Die Köpfchen auf den alsbald sich violettroth färbenden Stielchen zeigen bei weiterer Ausbildung eine Menge regelmäßig gestellter Erhabenheiten (Fig. 8 e), welche sich als Mündungspunkte ebensovieler krugförmigen Vertiefungen im Inneren des Köpfchens zu erkennen geben. Diese Vertiefungen (Fig. 8 c, 9 e) oder conceptacula enthalten eine Menge schlank-keulenförmiger, nach oben etwas

---

[1]) Kühn: Krankheiten d. Kulturpfl. II. Aufl. S. 117.

[2]) a. a. O. S. 123.

[3]) a. a. S. 28.

verengter Schläuche (Fig. 9a) zwischen zahlreichen, linearischen, an ihrer Spitze etwas verdickten, unfruchtbaren Fadenenden, den Paraphysen. In den Schläuchen (Fig. 10a) befinden sich 6—8 fadenförmige, äußerst feine Sporen (Fig. 10sp), die durch Abreißen der Schläuche an ihrer Basis endlich frei werden, an die Oberfläche des Köpfchens gelangen, um durch Wind, Insekten u. s. w. verbreitet zu werden.

Eingehende Studien über die Entwicklung der Perithecien verdanken wir Fisch[1]). Derselbe weist nach, daß hier nicht, wie bei Polystigma ein Sexualakt vorhanden ist, sondern der ganze Vorgang ein rein vegetativer bleibt. Erinnernd an die Entwicklung der Pleospora-Kapsel, geht hier die Bildung aus wenigen Hyphengliedern vor sich, die durch allseitige Fächerung einen größeren Zellencomplex aufbauen, in welchem durch Auseinanderweichen der Elemente der Schläuche führende Hohlraum entsteht. Fisch konnte übrigens die von Tulasne angegebenen Paraphysen nicht entdecken.

Auch bei diesem Schmarotzer hat die Natur wieder für sehr reichliche Vermehrung gesorgt, wenn man bedenkt, daß jeder einzelne Behälter eines solchen röthlichen Clavicepsköpfchens eine große Anzahl sporentragender Schläuche enthält, daß jedes Köpfchen mit derartigen Behältern überdeckt ist und daß jedes Mutterkorn, je nach seiner Größe eine Menge dieser Köpfchen entwickelt. Kühn[2]) sah bis 33 Stück solcher Keulensphärien aus einem einzigen Mutterkorne hervorgehen. Selbst gebrochene Stücke liefern noch Fruchtkörper.

Allerdings hat der Pilz auch seine Feinde, namentlich in der Hyphomycetenform (Fadenpilzform) anderer Pilze, wie z. B. das fleischfarbige Cephalothecium roseum, das auf dem Dauermycel selbst schmarotzt, ferner das Verticillium cylindrosporum, dessen weiße Rasen die schon hervorbrechenden Fruchtkörper des Mutterkornes zum Absterben bringen. Unter den Thieren scheint der Tausendfuß (julus guttulatus) die Dauermycelien sehr zu lieben. Aber alle diese Feinde sind, gegenüber der großen Anzahl Mutterkörner, die auf einem Felde gebildet werden, nicht in Betracht zu ziehen, und da die Kälte, soviel man bis jetzt weiß, den Pilzgebilden nicht schadet, so ist es erklärlich, daß alljährlich eine große Menge von Clavicepsköpfchen reift. Der Reifezustand wird dadurch deutlich, daß die Köpfchen eine dunklere, purpurviolette Färbung annehmen und der Stiel seine Straffheit verliert. Bei Berührung mit Wasser entleeren die Köpfchen ihre Sporenschläuche, und diese, bei völliger Reife, ihre fadenförmigen Sporen.

Nach 24 Stunden (im Monat Juni) ist bereits die Keimung der Sporen in Wasser beobachtet worden. Kurz vor derselben verbreitern sie sich beträchtlich; in ihrem Inneren treten stark lichtbrechende Kerne auf und die Wand

---

[1]) C. Fisch: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte einiger Ascomyceten. Bot. Zeit. 1882, S. 882.

[2]) Mittheilungen u. s. w. S. 19.

baucht sich an einzelnen Stellen aus; von diesen angeschwollenen Stellen (Fig. 11 a) aus erfolgt nun die Keimung, indem sich 2 oder mehrere Keimfäden nach einer oder verschiedenen Seiten hin verlängern (Fig. 11 b). Daß diese Keimfäden im jugendlichen Getreideblüthchen weiter wachsen und dort wieder die erste Entwicklungsform des Pilzes, die Hyphomycetengestalt der Sphacelia hervorrufen, ist der letzte und schlagendste Beweis für die Zusammengehörigkeit der verschiedenen Gebilde. Diesen Beweis hat Kühn im Jahre 1863 durch direkte Einführung feiner Schnitte eines Clavicepsköpfchens auf Roggenblüthen wiederholt, nachdem Durieu [1]) schon früher den Versuch mit Erfolg ausgeführt hatte.

Damit ist die Richtigkeit sämmtlicher Einzelbeobachtungen garantirt. Elf Tage nach der Impfung zeigten sich bei den Kühn'schen Versuchen die ersten Tropfen von Honigthau, die sichersten Anzeichen einer leicht nachgewiesenen Sphaceliavegetation, die sich, wie Bonorden zuerst versucht, durch ihre Stylosporen auf andere Blüthen übertragen läßt.

Erst jetzt, nachdem die ganze bedeutsame Entwicklungsgeschichte des Pilzes bekannt geworden, können wir übersehen, von welcher Art die Mittel zur Bekämpfung und Verhütung der Krankheit sein müssen. Auf den ersten Blick läßt sich erkennen, daß z. B. das Beizen des Saatgutes, welches als das beste Mittel gegen die Brandkrankheiten anzusehen ist, hier unwirksam sein muß; denn die Infection findet nicht, wie dort, an der Keimpflanze, sondern an der ausgebildeten Pflanze, an der einzelnen Blüthe statt. Die Bekämpfung muß sich hier gegen den Pilz im Ruhezustande, gegen das Sclerotium wenden; denn wenn es uns gelingt, dasselbe vom Acker möglichst entfernt zu halten, verhüten wir die durch die Clavicepssporen hervorgerufene Honigthaubildung und dessen leichte Verbreitung durch Insecten, welche den süßen Schleim lieben. Hier hilft also nur das Einsammeln des Mutterkornes, und dies wird um so leichter geschehen können, je schneller man mit der Ernte vorgehen kann, um das Ausfallen der Körner und der Sclerotien zu vermeiden. Hat man frühzeitig geerntet, lassen sich die ausgedroschenen Sclerotien ziemlich leicht durch Werfen und Feihen vom schwereren Getreide trennen. Die gewonnenen Mutterkörner aber dürfen nach Kühn nicht verfüttert werden, wenn auch eine Anzahl Getreidekörner dabei ist, sondern müssen in die Jauchengrube zum Verfaulen geworfen werden. Radikal wird aber selbst das gewissenhafteste Aussuchen nicht wirken können, wenn es nicht in Verbindung mit einer anderen Maßregel ausgeführt wird. Diese besteht in dem Abmähen der wilden Gräser, welche auf den Rainen und Grabenrändern oft ebenso reichlich mit demselben Mutterkorne besetzt sind. Das Abmähen muß vor der Blüthe geschehen oder wenigstens dann, wenn sich die ersten Spuren des Honigthaues zeigen, um die Uebertragung der Sphaceliastylosporen zu vermeiden.

---

[1]) Siehe Tulasne: Sel. fung. carp. Th. I, 1861, S. 145.

Es ist darum geboten, weil die meisten Wiesengräser dasselbe Mutterkorn beherbergen können; so ist es, wenn auch im Allgemeinen sparsamer, z. B. auf Hordeum, Triticum, Agropyrum, Lolium, Bromus, sowie auf Glyceria, Ammophila u. A. gefunden worden.

Als Vorbeugungsmaßregel wird das Drillen der Saaten deßhalb anzurathen sein, weil dadurch das Abblühen der Gräser gleichmäßiger erfolgt, also (da der Pilz in den aufblühenden Aehrchen am leichtesten sich einnistet) die Infectionszeit abgekürzt wird.

Von der vorigen Art als verschieden werden noch angeführt Claviceps microcephala Tul. mit kleinen, dem Stiel sich anschließenden Köpfchen auf Molinia coerulea Mnch. und Phragmites counismm Trin. — Auf dem Bartgrase (Andropogon Ischaemum) fand Cesati das Mutterkorn von Claviceps pusilla Ces. — Cl. setulosa Sacc. wurde von Quelet im Jura auf dem Sclerotium der Blüthen von Poa gefunden. — Cl. nigricans Tul. entwickelt sich aus Sclerotien auf Scirpus und Heleocharis R. Br.

## Figurenerklärung.

Fig. 1. Roggenähre mit Mutterkörnern. sc das eigentliche Dauermycel, m der zu einem kugeligen Mützchen zusammengetrocknete Rest des jungen Fruchtknotens.

Fig. 2. Sclerotialkörper im jugendlichen Entwicklungszustande noch bedeckt mit der Sphacelia sph, deren gehirnartig gewundene Mycelmassen auf parallel stehenden Basidien st die eirunden, im Schleim des Honigthaues suspendirten Knospen c abschnüren; r Rinde des jungen Sclerotiums.

Fig. 3. Keimende Knospen (Stylosporen).

Fig. 4. Keimende Stylosporen mit secundären Knospen e'.

Fig. 5. se fertiger Mutterkornkörper in der Gipfelregion noch bedeckt mit Sphacelia sph und dem Rest des Fruchtknotens g. Die linke Figur ist der Längsschnitt der rechts stehenden Figur. Aus Region r stammt Querschnitt Fig. 2.

Fig. 6. Junger Roggenfruchtknoten, dessen Oberfläche mit Ausnahme der Gipfelregion von Sphacelia umsponnen ist.

Fig. 7. Mutterkornkörper mit hervorgesproßten Clavicepsköpfchen.

Fig. 8. Längsschnitt durch ein Clavicepsköpfchen; e vorgezogene Mündungen der krugförmigen Sporenbehälter c.

Fig. 9. Ein stark vergrößerter Sporenbehälter (conceptaculum); a die Schläuche.

Fig. 10 ein Schlauch a, der an seiner Basalpartie die fadenförmigen Sporen sp austreten läßt.

Fig. 11. Keimende Schlauchsporen; a blasige Auftreibungen, b schlanke Keimfäden.

## Anhang.

Wie bei den Sphäriaceen geben wir hier eine Anzahl Pilzformen, die wir der Mehrzahl nach für Conidienzustände von Gattungen der Hypocreaceen halten und die durch ihren nachgewiesenen oder wahrscheinlichen Parasitismus eine Bedeutung für unsere Kulturen besitzen.

**Gloeosporium**

bildet lange von der Oberhaut der Blätter oder Stengel gedeckt bleibende Häufchen von meist bleichen oder farblosen, höchstens grauen, niemals schwarzen, länglicheirunden oder nicht selten cylindrischen und auch dann gekrümmten Conidien, die oft in Schleimranken aus den wachsartigen Lagern ausgestoßen werden. Wenn die pfriemenförmigen Basidien sehr kurz sind oder die Conidien in den Lagern fast sitzend erscheinen, bringen Saccardo und Penzig die Arten in die Gattung Gloeosporella.

Eine der beststudirten Arten ist Gloeosporium Lindemuthianum Sacc. und Magn., welches

**die Fleckenkrankheit der grünen Bohnenhülsen**

hervorruft. Die Krankheit ist eine in praktischen Kreisen altbekannte aber von wissenschaftlicher Seite erst neuerdings beachtete Erscheinung. B. Frank[1]) beschreibt sie folgendermaßen. Man bemerkt an den grünen Hülsen braune, eingesunkene, von einem etwas wulstigen Rande umgebene Stellen, die nicht selten mehr als 1 cm Durchmesser erreichen können. Bräunung und Absterben des Gewebes gehen häufig durch die ganze Fruchtwand hindurch und zerstören unter Umständen auch den darunterliegenden Samen. Namentlich leiden die feucht liegenden Exemplare. Das farblose oder braune, kurzzellige Mycel durchbohrt die Zellwände und füllt die Zellen aus. Noch vor der völligen Zerstörung der Gewebe werden die Conidienlager angelegt, welche dem bloßen Auge als sehr zahlreiche, schwärzliche, erhabene Pünktchen erscheinen, die nach Durchbrechung der Cuticula einen lichtgrauen Sporenschleim entleeren. Die auf einem in der Epidermis sich bildenden Stroma auf kurzen Basidien stehenden, länglich cylindrischen, einzelligen Conidien sind farblos und keimen auf feuchter Unterlage schon nach 24 Stunden. Bei Aussaat in Wasser auf anorganischer Unterlage entwickelt sich ein schlanker, gewöhnlicher Keimschlauch, der bisweilen eine längliche, farblose, secundäre Sporidie abschnürt. Auf einer Bohnenhülse dagegen treibt die Conidie eine seitliche Aussackung, welche sich zu einer rundlichen, der Oberhaut der Frucht fest aufgedrückten, abgeflachten Anschwellung mit violetter, dicker Membran vergrößert. Es dürfte dieses Organ als Anheftungsapparat (Appressorium) funktioniren; von ihm stülpt sich ein farbloser Fortsatz aus, welcher die Außenwand der Epidermiszelle durchbohrt, den Innenraum derselben in darmartigen Windungen ausfüllt und sich in der Umgebung schnell ausbreitet.

Wie schnell die Entwicklung des Pilzes vor sich geht, erhellt aus den von Frank angestellten, künstlichen Infectionsversuchen, die bei Aussaat am 30. August bereits am 4. September neue Conidienlager erkennen ließen. Auf Blättern und Stengeln blieb die Aussaat erfolglos, ebenso auf anderen Pflanzen, wie z. B. auf Gurken, so daß man annehmen muß, der Pilz ist ein für die Bohnenfrüchte spezieller Parasit, der junge Früchte am leichtesten angreift und bestimmte Sorten vorzieht. Schwefeln verminderte zwar die Angriffsstellen, aber bot keinen sicheren Schutz. Nach den von mir bei andern Gloeosporien

---

[1]) Ueber einige neue und weniger bekannte Pflanzenkrankheiten. Ber. d. deutsch. bot. Ges. I. 1883. S. 31.

gemachten Erfahrungen möchte die Beschaffung einer luftigen, möglichst trocknen Lage das beste Vorbeugungsmittel abgeben.

Gloeosporium orbiculare verursacht eine Fleckenkrankheit der Kürbisfrüchte. Ein anderes, durch lachsfarbige größere, in Schleimranken ausgestoßene Conidien ausgezeichnetes Gloeosporium hat in den siebziger Jahren eine weitverbreitete Krankheit der Gurken und Melonen hervorgerufen.[1])

Als die Ursache einer in Italien vielfach beobachteten Krankheit, welche den Namen Nebbia (Nebel), vajolo (Pocke) pustola (Pustel) oder bolla (Blase) führt, giebt Saccardo[2]) auch ein Gloeosporium an, das er Gl. ampelophagum Sacc. (Ramularia ampel. Pass. — Phoma uvicola Arcang. [non Berk. et C.]) nennt. Die oblong-ellipsoidischen bis eirunden, farblosen Sporen treten aus den schwärzlichen, unter der Oberhaut der Beeren von Vitis vinifera nistenden Lagern heraus und bilden einen grauen oder röthlich-grauen Reif. Die Krankheit ist nicht mit dem „Rot" (Fäulniß) der Amerikaner identisch; sie äußert sich darin, daß die noch unreifen Beeren rundliche, rußschwarze oder röthlich-braune Pusteln zeigen, deren Oberfläche sich später mit dem obenerwähnten Sporenreif bedeckt, während der Rand ringsum braun bleibt. Weiße Sorten sind vorzugsweise befallen. Die befallenen hart und spröde werdenden Stellen können einen Durchmesser von mehr als 5 mm annehmen und sich bis auf die Samenkerne in die Beere hinein erstrecken. Wenn die Beeren in sehr jugendlichem Zustande befallen werden, verkümmern sie und fallen vorzeitig ab oder, falls sie bleiben, reißen sie leicht auf. Nach Passerini u. A. soll der Pilz auch auf Blättern und jungen Trieben vorkommen; Saccardo konnte dies nicht beobachten und fand auf den Flecken der vegetativen Theile andere Pilze (Cercospora vitis Sacc. — Phyllosticta vitis Fuck. und Ascochyta ampelina Sacc.). Dagegen fand er in denselben Gloeosporium-Pusteln bisweilen Fusisporium Zavianum Sacc. und Tubercularia ampelophila Sacc., welche er als wahrscheinlich zusammengehörig ansieht.

Auf der grünen Schale der Wallnüsse (Juglans regia) werden braune, rothbraunumgrenzte Flecke durch Gloeosporium epicarpii Thüm. hervorgerufen. Die ellipsoidischen bis spindelförmigen Conidien brechen aus schwärzlichen Lagern in der Mitte der Flecke hervor. — Gl. laeticolor Berk. verursacht in England kreisrunde, verfärbte Flecke auf den Früchten von Pfirsichen (Persica vulgaris) und Aprikosen (Prunus armeniaca). — Gloeosp. fructigenum Berk. kommt auf faulenden Früchten von Pirus communis, Gl. versicolor B. et C. auf Früchten von Pirus Malus vor. Das von mir auf Apfelfrüchten beobachtete Gl., durch orangegelben Conidienschleim leicht kenntlich, der aus schwärzlichen, concentrisch erscheinenden Polstern heraustritt, erzeugt eine schnell um sich greifende, mit Erweichung des Gewebes verbundene Fäulniß. Zehn Tage nach der Impfung waren bereits neue Lager erschienen. — Gl. lagenarium Sacc. et Roum. kommt, bisweilen mit Fusarium reticulatum Mont. vermischt, auf den Früchten, seltener am Stengel von Cucumis Melo und Colocynthis vor.

Blattbewohnende, parasitirende Gloeosporien sind: Gl. concentricum Berk. (Cylindrosporium conc. Grév.) auf Blättern von Brassica. — Gl. depressum Penz. auf Citrus. — Gl. Hendersonii, Aurantiorum und intermedium auf Citrus Aurantium. — Gl. tubercularoides Sacc. auf Ribes aureum. — Gl. curvatum auf Ribes nigrum. — Gl. Helicis Oud. (Cheilaria Helicis Desm.) auf Hedera Helix. Auf derselben Pflanze, häufig in Gemeinschaft mit der schlauchtragenden Trochila Craterio erscheint Gl. paradoxum Fuck. (Fusarium

---

[1]) S. Gardener's Chronicle 1876. Bd. V, S. 438, 505. Bd. VI, S. 175, 269 u. A.

[2]) Wiener landw. Zeit. 1878. S. 3.

pezizoides Desm.). — Gl. truncatum Sacc. (Micropera truncata Bon.) auf Blättern von Vaccinium Vitis Idaea. — Gl. affine Sacc. auf Blättern von Hoya, sowie Vanilla und andern Orchideen. — Gl. nobile Sacc. auf Laurus nobilis. — Gl. nervisequum Sacc. (Fusarium nerv. Fuck.) auf Blattnerven von Platanus orientalis und Quercus. — Gl. cinctum B. et C. auf Blättern von Orchideen. — Gl. Thümenii Sacc. auf Alocasia cucullata. Außerdem erwähnenswerth finden sich folgende Arten, deren Nährpflanzen sich aus dem Speziesnamen ergeben: Gl. Aquilegiae, Hepaticae, Violae, Tiliae, Aquifolii, Hesperidearum, acerinum, ligustrinum, Rhois, Cytisi, Trifolii, Cydoniae, Fragariae, Ribis, Orni, Platani, Salicis, Tremulae, Populi-albae, Carpini, Coryli, Fagi, quercinum, Betularum, betulinum, alneum, Pteridis, Phegopteridis etc

**Myxosporium.**

Auch diese Gattung, mit der vorigen nahe verwandt, ist als parasitisch anzusehen; sie bildet bleiche oder leuchtend gefärbte Lager unter den Korkschichten der Bäume. Die eiförmigen bis oblong linearischen, farblosen oder mattgefärbten Conidien stehen auf stabförmigen Basidien.

Als Beispiele dienen M. prunicolum, Piri, Rosae, Ulmi, populinum, Tremulae, salicinum, dracaenicolum, Musae.

Viele Arten werden von andern Autoren in die Gattungen Nemaspora und Cytispora gezogen.

**Cylindrosporium** Ung

Die unter der Oberhaut der Blätter angelegten Lager sind weiß oder bleich gefärbt. Die Conidien sind einzellig, fadenförmig, häufig gebogen, farblos.

Beispiele sind: C. Ficariae, Ranunculi, Phaseoli, Padi, Filipendulae, Myosotidis, Colchici.

**Marsonia** Fisch.

Ist ein Gloeosporium, das zweifächerige Sporen hat. Bildet meist unregelmäßige, ocherbraune Flecke auf Blättern.

M. smilacina, Meliloti, Potentillae, Violae; M. Delastrei Sacc. auf Lychnis, Agrostemma, Silene; ferner M. Daphnes, Lonicerae, Juglandis, Populi u. A.

**Septogloeum** Sacc.

Kann kurz als ein Gloeosporium bezeichnet werden, dessen Conidien durch mehrere Querwände getheilt sind.

S. Angelicae, Apocyni, Fraxini, acerinum, salicinum u. A.

## 4. Dothideaceae.

Phyllachora Nitsch. Fuck. hat ein auf Blättern unter deren Oberhaut sich ausbreitendes, schwarzes Stroma, das durch die Mündungen der eingesenkten Perithecienfächer etwas punktirt oder höckerig erscheint. Es stellt somit das Pilzlager eine mattglänzende, schorfige Stelle auf dem Pflanzentheil dar. Aus den Fächern werden anfangs Spermatien entleert. Die Schläuche sind cylindrisch, achtsporig, die Paraphysen fadenförmig. Die farblosen oder schwach gelblichen Sporen sind ellipsoidisch oder eirund und einzellig.

### Der Blattschorf der Gräser.

(Phyllachora graminis Fuck. Dothidea graminis Fr.)

Der bei uns vorzugsweise auf der Quecke (Agropyrum repens), seltener auf Dactylis, Panicum Elymus, Festuca u. A. vorkommende Pilz bildet

schwarze, längliche Schwielen, die nur wenig über die Blattoberfläche hervortreten, jedoch immerhin auf der Ober- und Unterseite bemerkbar sind. Es kommt dies davon, daß das feine, farblose Mycel in und zwischen den Zellen in der ganzen Dicke des Blattes sich ausbreitet, die Zellen zusammendrückt und an deren Stelle sich zu einem Stroma ausbildet, dessen Randpartbien geschwärzt aussehen. Die befallenen Blätter erscheinen vergilbt und welk. Die Sporenbehälter (Perithecien), deren Wandungen sich ebenfalls schwärzen, nehmen fast die ganze Dicke des Stroma's ein und liegen daher in derselben Höhe einreihig nebeneinander. Die in ihnen zahlreich gebildeten Sporen müssen die Uebertragung der Krankheit vermitteln, da andere Fortpflanzungsorgane nicht bekannt sind. Ueber die Ausbreitung der Krankheit liegen aber spezielle Untersuchungen noch nicht vor und es ist daher auch nicht festgestellt, ob die von Mycologen angenommenen vielen grasbewohnenden Arten nicht vielleicht blos Formen sind, die durch die Nährpflanze bedingt werden. Als solche Arten sind zu nennen Phyllachora Cynodontis Niessl auf Blättern von Cynodon Dactylon Pers. — Ph. Bromi Fuck. in den Blättern und Scheiden von Bromus, Brachypodium und Dactylis. — Ph. Poae Sacc. findet sich nicht selten auf Poa alpina und sudetica. — Ph. sylvatica Sacc. auf Festuca duriuscula. — Ph. gangraena Fuck. (Sphaerella gangraena Karst.) auf Poa bulbosa, pratensis und nemoralis, sowie in Amerika auf Isolepis capillaris.

Von den die Monocotylebonen bewohnenden Arten nennen wir Ph. Junci Fuck. (Dothidea Junci Fr.) auf trocknen Halmen von Juncus conglomeratus und effusus. Ph. melanoplaca Sacc. (Dothidea mel. Desm.) in Blättern von Convallaria und Veratrum nigrum. Von denen auf Acotylebonen ist Ph. Pteridis Fuck. (Dothidea Pt. Fr.) auf Pteris aquilina anzuführen. Ferner sind bekannt auf Dicotylebonen z. B. Ph. millepunctata Sacc. auf trocknen Blättern von Rhododendron. — Ph. depazeoides Nitsch. auf weißen Blattstellen von Buxus sempervirens. — Ph. Ulmi, Ph. Heraclei u. A. Arten, von denen die Schlauchform noch nicht beobachtet worden, sind Ph Trifolii in Blättern von Trifolium repens, montanum, alpinum u. A. — Ph. bullata auf Compositen. Ph. Solidaginum, Podagrariae, Campanulae, Gentianae, Asclepiadis, Impatientis, Phytolaccae, Chenopodii, Polygonati; Ph. viticola Sacc. in jungen, von Frost getödteten Zweigen von Vitis. Unter den fruchtbewohnenden Arten fand Schweinitz in Nordamerika in reifen oder schon faulenden Früchten von Pirus Malus: Ph. (Dothidea) pomigena Sacc. und Ph. fructigena Sacc.

**Dothidella** Speg.

Ist als eine Phyllachora anzusehen, deren Schläuche acht eiförmige oder oblonge, mit einer Querwand versehene, farblose Sporen tragen. Als Beispiele citiren wir: D. Agrostidis Sacc. in welkenden Blättern von Agrostis stolonifera und rivularis. — D. thoracella Sacc. auf sterbenden Stengeln von Sedum Telephium und maximum. — D. fallax Sacc. auf welkenden Blättern von Andropogon Ischaemum. — D. betulina Sacc. (Xyloma betulinum Fr.) in Blättern von Betula alba, verrucosa u. A. — D. oleandrina Sacc. (Dothidea ol. Dur.) in Blättern von Nerium Oleander.

**Plowrightia** Sacc.

Das Stroma bildet convexe, schwarze, dicklich-lederartige Kissen. Die langgezogenen Schläuche enthalten 8 ovale, eiförmige oder oblonge Sporen, die farblos oder schwach grünlich und zweifächerig sind. Ist der Gattung Dothidea sehr nahe verwandt.

## Schwarzer Krebs der Steinobstgehölze.

Die am meisten Beachtung verdienende Art ist Plowrightia morbosa Sacc.[1]) Dieser Pilz soll die Ursache einer in Nordamerika ungemein verbreiteten Krankheit der Steinobstbäume sein, welche als „Black-knot" beschrieben worden ist. Nach den Abbildungen zu schließen, zeigt die Krankheit ähnliche Geschwülste, wie sie bei dem Weinkrebs (I. Th. S. 414) und dem Spireenkrebs (Th. I, Taf. V) vorkommen und wir möchten daher den deutschen Namen „Schwarzer Krebs der Steinobstgehölze" für passend erachten.

Nach den von Farlow[2]) gegebenen Beobachtungen verursacht die Krankheit, die sich in dem Auftreten halbkugeliger, etwa 1 cm hoher, meist in Gruppen zusammenstehender Geschwülste äußert (Fig. 20), namentlich in den östlichen Staaten von Nordamerika großen Schaden. In der Umgebung von Boston sollen z. B. fast alle kultivirten Pflaumenbäume zerstört sein. Der Pilz findet sich in dortiger Gegend auf der in allen Hecken auftretenden Prunus virginiana, ebenso wie auf Pr. pensylvanica und americana Marsh., fehlt aber auf Pr. serotina Ehrh. und maritima Wang. Der Zweig selbst ist in der Nähe der Krebsknoten bei deren Entstehung etwas angeschwollen (Fig. 21) und zeigt auch Mycel; jedoch erstreckt sich die Ausbreitung desselben nur auf die nächste Umgebung der Geschwülste, welche bisweilen in einer Länge von 30 cm den Zweig bekleiden und in deren Gewebe reichlich die farblosen, dünnen, septirten Hyphen in Strängen wahrnehmbar sind. Da das Mycel im Cambium beobachtet worden ist, so ist anzunehmen, daß es einen Reiz ausübt und dadurch eine Gewebewucherung hervorruft, bei welcher der Unterschied zwischen Rinde und Holz fast verschwindet. Der Krebsknoten scheint sich mehrere Jahre hindurch zu vergrößern. Zunächst bekleidet sich die warzige Oberfläche der Geschwulst mit einer Conidienform, welche Aehnlichkeit mit einem Cladosporium hat; es folgt darauf in eingesenkten Gehäusen eine Stylosporenbildung, die zu der Formgattung Hendersonia gerechnet werden muß. Kurz vor der im Januar erfolgenden Reife

---

[1]) syn. Sphaeria morbosa Schw., Gibbera morb. Plowr., Cucurbitaria morb. Farl., Botryosphaeria morb. Ces. et de Not.

[2]) W. G. Farlow: The black-knot. Bull. of the Bussey institution, Bot. articles. 1876, S. 440. cit. Bot. Jahresber. 1876, S. 181.

v. Thümen: Die schwarzen Beulen der Kirsch- und Pflaumenbäume. Oester. landw. Wochenbl. 1879, Nr. 25.

der Schlauchfrüchte erscheinen auch Spermogonien, in denen auf farblosen, langen, schlanken; gekrümmten Fäden sehr kleine, ovale Spermatien abgeschnürt werden. Die gehäuft stehenden, kugelig hervorragenden, schwarzen, kahlen[1]) Perithecien enthalten zwischen längeren, fadenförmigen, an der Spitze etwas angeschwollenen Paraphysen die schlank keulenförmigen Schläuche, in denen je 8 lang ovale, einseitig etwas verschmälerte und an diesem schmalen Ende



Fig. 20. Fig 21.

mit einer Querwand versehene, von Plowright als schwach hellbraun angegebene Sporen vorhanden sind.

Diese keimen binnen wenigen Tagen mit einem Keimschlauche aus jedem Fache. Ueber das Eindringen der Keimschläuche und die künstliche Erzeugung

[1]) Taylor giebt an, daß die Spitze der Perithecien mit gegliederten Haaren versehen ist. Monthly microsc. Journ. Vol. XIII, cit. Bot. Jahresber. 1875, S. 225.

der Krebsknoten fehlen noch die Untersuchungen. Es findet sich nur angegeben, daß man im November bereits in Rindenanschwellungen das Mycel findet[1]), daß diese Anschwellungen im Frühjahr rasch zunehmen, wobei sie noch braungrün erscheinen, im Laufe des Sommers aber sich unter Bedeckung mit den Conidienrasen schwärzen.

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Beobachtungen von Farlow, Plowright u. A. richtig sind, aber die Schlußfolgerung, daß der Pilz die erste Ursache der Krebsknoten sei, betrachten wir so lange als anfechtbar, bis durch Impfversuche die Entstehung einer solchen Wucherung nachgewiesen worden ist. Daß nach der gewöhnlichen Impfmethode auf feuchtgehaltenen Zweigstellen die Keimschläuche in das Rindengewebe einzudringen und dann dasselbe zu tödten vermögen, ist als sicher anzunehmen; indeß ist damit noch keineswegs die Entstehung des Krebsknotens erwiesen, sowenig wie dies bei den andern Krebsgeschwülsten durch Pilzimpfung bisher gelungen ist.

Bis zur Aufklärung dieses Punktes werden die Mittel zur Bekämpfung der Krankheit einzig in der Entfernung der erkrankten Zweige und deren Vernichtung durch Feuer zu suchen sein. Das bloße Absägen der Zweige hilft nicht, da der Pilz auch auf den abgesägten Stücken weiter wächst und nachreift. Obwohl unter den wilden Pflaumen einzelne Arten (Prunus serotina und maritima) von Farlow stets pilzfrei gefunden worden, so hat sich bei den kultivirten Sorten ein Unterschied betreffs leichterer Erkrankungsfähigkeit nicht feststellen lassen; bei den Kirschen jedoch war ein derartiger Unterschied nachweisbar.

Meehan beschreibt ähnliche Auswüchse wie bei dem schwarzen Krebs der Amygdalaceen an Zweigen von Quercus tinctoria und erklärt diese, den Insectengallen ähnlichen, im dritten Jahre ihrer Entwicklung etwa Wallnußgröße erlangenden Wucherungen ebenfalls als durch einen Pilz verursacht.[2]) Von anderen Arten der Gattung Plowrightia führt Saccardo noch an: Pl. ribesia Sacc. (Dothidea rib. Fr.) reift auf dürr gewordenen Zweigen von Ribes rubrum, nigrum, alpinum und Grossularia; von dieser Art werden ebenfalls Spermatien und Stylosporen beschrieben.[3])

Pl. virgultorum Sacc. (Dothidea virg. Fuck., Hypoxylon virg. Fr.) auf halblebenden Zweigen von Betula alba. — Pl. Mezerei Sacc. (Doth. Mez. Fr.) auf Zweigen von Daphne Mezereum und alpinum. — Außerdem kommen noch vor Pl. Berberidis, Hippophaëos, Periclymeni u. A.

**Dothidea,**

von Plowrightia nur durch die rauchgrauen Sporen verschieden, kommt im reifen Zustande fast nur auf abgestorbenen Theilen vor; es ist jedoch wahrscheinlich, daß die erste Ansiedlung des Pilzes auf den noch lebenden Organen stattfindet. In Rücksicht darauf nennen wir D. Sambuci Fr. auf Alnus, Evonymus, Gleditschia, Lonicera, Robinia, Morus, Sambucus und Syringa. — D. puccinioides Fr. auf Blättern und Zweigen von Buxus sempervirens. — D. halepensis Cooke auf Nadeln von Pinus

---

[1]) Plowright: Some Remarks upon Sphaeria (Gibbera) morbosa. Aus „the monthly microsc." Journ. XIII, S. 209, cit. Bot. Jahresber. 1875, S. 225.

[2]) Bot. Jahresber. 1875, S. 225.

[3]) Flora 1876, S. 45.

halepensis. — D. sphaeroidea Cooke auf noch lebenden Nadeln von Juniperus. — Zweigbewohner sind noch: D. Amorphae, Coluteae, Frangulae, smilacicola u. A.

## Nachtragsnotizen.

**Lathraea squamaria.**

Auf der Rückseite der unterirdischen, chlorophyllosen Blätter von Lath. squam. finden sich Höhlungen, deren Wände mit gestielten Köpfchenhaaren und sitzenden 2—4-zelligen, sphärisch-elliptischen, drüsenartigen Organen ausgekleidet sind. Letztere stehen mit den Blattgefäßbündeln durch Zuleitungselemente in Verbindung. Beiderlei Organe sind an ihren Außenwänden regelmäßig perforirt und aus diesen Durchbruchsstellen kommen unter Umständen sehr zarte Plasmafäden nach außen. Die in den Höhlen gestorbenen und verwesenden Infusorien, Milben und andere Thiere liefern eine Nährstofflösung, die wahrscheinlich von den Plasmafäden aufgenommen wird. Es würde dadurch ein Ersatz für die im Herbst theilweis zu Grunde gehenden, im Frühjahr die Ernährung wohl hauptsächlich übernehmenden Haustorien geschaffen. Im Herbst ist auch der Thierreichthum in den Höhlungen ein größerer. Bei Bartschia alpina finden sich an unterirdischen Knospen durch die in der Knospenlage am Rande zurückgerollten Blätter gebildete Höhlungen, in denen gleiche Organe wie bei Lathraea erkannt worden sind.

(„Die rhizopodoiden Verdauungsorgane thierfangender Pflanzen" von v. Marilaun und v. Westersheim. Sitzungsber. d. k. k. Akad. d. Wissensch. Wien, Bd. XCIII. 1886. cit. Bot. Centralbl. 1886, No. 37, S. 289.)

**Peronospora viticola.**

Die mehrfachen Veröffentlichungen von Cuboni (La scoperta del rimedio contro la Peronospora della vite. etc. cit. Bot. Centralblatt 1886, Nr. 35, S. 226) und von Pirotta (Metodi per lavare le uve trattate col latte di calce, cit. ebenb.) heben hervor, daß die Kalkmilch mit sehr günstigem Erfolge als Heil- und Vorbeugungsmittel gegen den falschen Mehlthau des Weines angewendet worden ist. „Man mischt ungelöschten Kalk und Wasser im Verhältniß von etwa 3—4 auf Hundert" und bespritzt die Weinstöcke möglichst vollkommen. Man kann mit dem Beginn der Prozedur bis Ende Juni warten, zu welcher Zeit etwa die Peronospora sich einstellt; dann aber muß auch das Bespritzen erneuert werden, sobald der Kalk vom Regen abgewaschen worden ist. Ein Uebelstand des Verfahrens besteht in dem Säureverlust, den die Trauben durch den kohlensauern Kalk beim Mosten erleiden. Nach den in der Weinbauschule zu Conegliano angestellten Untersuchungen beträgt dieser Verlust an organischen Säuren 1,5 bis 2%; man muß deßhalb entweder die Trauben vor dem Mosten mit säurehaltigem Wasser abwaschen oder dem Most Wein-Säure zusetzen. Eine Verbreitung der Peronosporahäuschen sah auch Fitz-James (Bot. Centralbl. 1886, Nr. 38, S. 324) durch Anwendung von Kalkmilch gehemmt werden.

Aus seinen Beobachtungen glaubt A. Müntz (Compt. rend. T. CI. S. 895 cit. Bot. Centralbl. 1886 Nr. 37, Bd. XXVII, Nr. 11, S. 296) schließen zu können, daß das Bespritzen der vom Mehlthauschimmel des Weines befallenen Rebstöcke mit einer 5 bis 10%igen Lösung von Kupfervitriol der Krankheit Einhalt gebiete. Die jungen Triebe wurden allerdings bei dieser Behandlung entlaubt und die älteren Blätter rothfleckig. Der fertige Wein enthält kein Kupfer. Am gleichen Orte findet sich eine Notiz von Millardet und Gayon veröffentlicht, wonach ein mit Kupfersulphat behandelter Stock viel mehr Laub und Trauben und der aus Letzteren erhaltene Most eine größere Menge von Alkohol und Zucker besessen haben soll, als ein sonst gleich situirter nicht mit dem Beizmittel behandelter Weinstock.

Millardet und Gayon (Compt. rend. T. CI. cit. Bot. Centralbl. 1886 Nr. 38, S. 323) wendeten auch eine Mischung von Kupfervitriol und Kalk an und weisen nach,

daß schon durch ungemein gering concentrirte Lösung die Lebensfähigkeit der Zoosporen aufgehoben wird.

Arcangeli (cit. Bot. Centralbl. 1886 Nr. 36, S. 261) beobachtete auf den knollenführenden Weinstöcken aus Cochinchina (Ampelocissus Martini) bei seinen in Italien im Freien vorgenommenen Kulturen auf den Blättern eine sonst mit der Peronospora viticola übereinstimmende Art, die sich aber durch sehr kleine Conidien unterscheidet und nennt dieselbe P. vitic. var. Ampelocissi Arc.

**Cronartium asclepiadeum.**

Cornu (Nouvel exemple de générations alternantes chez les champignons Urédinées. Compt. rend. CII. 1886, S. 930 cit. Bot. Centralbl. 1886 Nr. 36, S. 250) impfte die Sporen von Peridermium pini corticolum auf Vincetoxicum officinale und erhielt nach 4 Wochen auf sämmtlichen inficirten Pflanzen Cronartium asclep. Es existirt mithin eine rindenbewohnende Form des Kiefernblasenrostes, welche ganz verschieden von der nadelbewohnenden Form und der bisher in Deutschland bekannten, ebenfalls Coleosporium liefernden Rindenform ist.

Die Ansicht, daß in der bisher als eine Art betrachteten Rindenform des Peridermium Pini zwei Arten verborgen sein dürften, von denen die eine das Caleosporium, die andere das Cronartium asclepiadeum erzeugt, wird auch von Magnus (Naturwissensch. Rundschau 1886 Nr. 34 ausgesprochen, der darauf hinweist, daß in der Umgegend von Berlin der Kiefernblasenrost in der Rindenform häufig ist, aber Cynanchum völlig fehlt. Ein Irrthum bei den die Zugehörigkeit des Coleosporium zum Kiefernblasenrost erweisenden Experimenten von Wolff ist ausgeschlossen, da Magnus auch die Aussaatversuche mit dem Rindenblasenrost auf Senecio vulgaris und silvaticus mehrfach mit Erfolg wiederholt hat.

Der etwaige Einwurf, daß das Coleosporium Senecionis auf Kreuzkraut vorkommt, wo gar keine Kiefern zu finden sind, wird dadurch gegenstandslos, daß dieser Rostpilz in seiner Uredoform überwintert. Aehnliches sehen wir an Chrysomyxa Rhododendri; der Rost geht durch seine überwinternde Uredoform weit höher in die Alpen hinauf als die Fichte (s. S. 249). Plowright zeigte, daß die heteröcische Puccinia obscura auf Luzula in der Uredoform überwintert und Magnus (a. a. O. Nr. 36) fügt hinzu, daß Carex hirta bis in den Spätherbst hinein neue Uredolager von der Puccinia Caricis zeigt und daß dieser Pilz ebenfalls in dieser Sommersporenform überwintert.

**Nectria.**

Nectria Vandae W. u. N. Goroshaukiniana erwiesen sich bei den von Wahrlich (Bot. Z. 1886 Nr. 28/29) ausgeführten Kulturen als Fruchtkörper zu den die Orchideenwurzeln bewohnenden Pilzen, welche als Microconidienform ein Fusisporium (F. endorhizum Reiss.) und außerdem eine Macroconidienform (Megalosporen) entwickeln.

Die einheimischen sowohl als die ausländischen Orchideen besitzen stets an einzelnen Stellen der Wurzeln Mycelanhäufungen, welche nach den bisherigen Erfahrungen auch immer ein Fusisporium als Conidienform bildeten, mithin vermuthlich von derselben Pilzgattung, Nectria, befallen werden. Die befallenen Wurzelstellen zeichnen sich durch ihre gelbe Farbe aus. Die gelbe Färbung rührt, wenn nicht wie bei Luftwurzeln noch von zerstörtem Chlorophyll im Wesentlichen von gelben Klumpen in den Zellen des Wurzelparenchyms her, das von einer myceldurchsponnenen Wurzelendodermis und darüberliegenden Tracheidenhülle gedeckt ist. Die tiefer liegenden Gewebe des Wurzelkörpers sind pilzfrei. Die gelben Klumpen sind echte, blasenartig aufgeschwollene, später von Pilzhyphen umsponnene Haustorien.

# Register.

## I. Verzeichniß der von Parasiten heimgesuchten Nährpflanzen.

## II. Alphabetisches Verzeichniß der Parasiten.

*) Für die anderen Peronosporaarten s. S. 171.

# III. Sachregister.

